

Teknillinen korkeakoulu

Rakennus- ja maanmittaustekniikan osasto

Heikki Rönkä

**RAKENNUSTYÖMAAN ESINEVAHINGOT JA NIIDEN
AIHEUTTAMAT KUSTANNUKSET**

TEKNILLINEN KORKEAKOULU
RAKENNE- JA YHDYSKUNTATEKNIIKAN
LAITOSTEN KIRJASTO

Diplomityö, joka on tehty opin-
näytteenä tarkastettavaksi diplo-
mi-insinöörin tutkintoa varten

Espoossa, 22. toukokuuta 1989

Heikki Rönkä

Ohjaaja: Apul prof Jouko Kankainen

Valvoja: Apul prof Jouko Kankainen

Alkusanat

Tämä diplomityö on tehty Teknillisen korkeakoulun rakentamistalouden laboratoriossa Vakuutusosakeyhtiö Pohjolan, YIT-Yhtymä Oy:n ja Suomen Rakennusurakoitsijaliiton aloitteesta apulaisprofessori Jouko Kankaisen ohjauksessa.

Tutkimuksen johtoryhmään kuuluivat rakennusmestari Paavo Husu (Pohjola), insinööri Reijo S. Lehtinen (SRUL), diplomi-insinööri Janne Raitisto (Pohjola) ja insinööri Esko Talvela (YIT), sekä apulaisprofessori Jouko Kankainen (TKK).

Kiitokseni haluan esittää apulaisprofessori Jouko Kankaiselle työni ohjaamisesta ja professori Juhani Kiirakselle saamastani opastuksesta ja neuvoista. Lisäksi haluan kiittää Reijo S. Lehtistä rakentavista ehdotuksista ja Paavo Husua, Janne Raitistoa sekä Esko Talvelaa saamastani materiaalista ja neuvoista, sekä kaikkia työssäni avustaneita.

Espoossa 22.5.1989

Heikki Rönkä

Tekijä ja työn nimi: Heikki Rönkä:

Rakennustyömaan esinevahingot ja niiden aiheuttamat kustannukset

Päivämäärä: 22.5.1989

Sivumäärä: 81

Osasto:

Professuuri:

Rakennus- ja maanmittaustekniikan osasto

Rakentamistalous

Työn valvoja: Apulaisprofessori Jouko Kankainen

Työn ohjaaja: Apulaisprofessori Jouko Kankainen

Tutkimuksen tavoitteena oli rakennustyömaan esinevahinkojen aiheuttamien kokonaiskustannusten selvittäminen. Esinevahinkoja tarkasteltiin niiden työmaalle aiheuttamien kustannusten näkökulmasta, ja tätä tarkoitusta varten vahingon seuraukset jaettiin viiteen pääluokkaan, joista kukin tarkennettiin tuotantorakenteilla, ja tuotanto-osat edelleen panosrakenteilla. Näin aikaansaadulla laskentamallilla pystytään laskemaan vahingon aiheuttamat kokonaiskustannukset.

Koko hankkeen häiriöherkkyyttä tutkittiin simuloimalla. Simuloinneilla havaittiin suunnitelmien olevan erilaisia häiriöherkkyyden suhteen. Tärkeimmät kriisiherkkyyteen ja kriisin aiheuttamiin kustannuksiin vaikuttavat tekijät ovat aikataulujen laatu ja työnaikainen ohjaus. Merkittävimmät tuotannon häiriintymisestä johtuvat kustannustekijät ovat työmaan käyttö- ja yhteiskustannusten kasvu keskeytys- tai urakka-ajalta ylitysalta, ja urakka-ajan ylittyessä sopimussakot.

Kehitettyä laskentamallia käytettiin tutkittaessa yhdenoista esimerkkivahingon aiheuttamia kustannuksia. Esimerkkiaineiston perusteella havaittiin, etteivät vahingon aiheuttamat kustannukset ole urakkasummaan nähden suuria, mutta hankkeen katetavoitteeseen suhteutettuna on isoilla vahingoilla varsin suuri merkitys.

Esinevahingosta aiheutuviin kustannuksiin voidaan vaikuttaa. Tärkeimmät vaikutuskeinot ovat:

- aikataulujen laatuun, ennenkaikkea niiden häiriöherkkyyteen, on kiinnitettävä erityistä huomiota
- työnaikainen ohjaus, jolla voidaan vaikuttaa vahingon aiheuttamiin kustannuksiin
- hyvä työmaajärjestys, jolla vahinkojen syntyminen estetään
- asianmukainen riskienhallinta: riskienhallintakeinojen valinta ja valittujen keinojen toimeenpano

Author and name of the thesis: Heikki Rönkä:

Material damages at the construction site,
and damage costs

Date: May 22nd, 1989

Number of pages: 81

Department:

Faculty of Civil Engineering and Surveying

Professorship:

Construction Economy and Management

Supervisor: Assoc. prof Jouko Kankainen

Instructor: Assoc. prof Jouko Kankainen

The purpose of this study was to show the total costs caused by material damages at construction site, in the point of view of the project. The total costs were divided into five categories, each of which were divided in production and resource structures. Total costs caused by material damages can be estimated with these structures.

The susceptibility to disturbances of the project was studied by using a simulator. The susceptibility to disturbances of the plans was found to be different. Schedules and control were the most important factors influencing to susceptibility to crisis and to the costs caused by crisis. The most important costs elements were increasing of site overhead costs due to delay of completion of project, and in such cases, also the penalties described in contract.

Eleven cases were studied, and the costs were calculated with production structures. The costs caused by damages were found not to be high in respect of the total contract, but in the respect of profit in major damages.

The most important means to influence in costs caused by material damages are:

- the quality of schedules, and the susceptibility to disturbances
- project control
- general site order
- risk management

SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1. JOHDANTO.....	2
2. VAHINKORISKIT.....	3
2.1 Riskikäsitteet.....	3
2.2 Riskienhallinta.....	4
2.3 Vahinkoriskit rakennustuotannossa.....	8
2.4 Rakennustyömaan vakuutukset.....	9
2.41 Vakuutusten jaottelu.....	9
2.42 Rakennustyömaan vahinkovakuutukset.....	10
2.43 Rakennustyömaiden vahinkotilastoja.....	11
2.5 Näkökulmat esinevahinkojen tarkasteluun.....	13
3. ESINEVAHINGOT.....	15
3.1 Vahinkoluokittelu.....	15
3.11 Rakentaminen 90 -tuotantorakenteet.....	17
3.2 Esineen korjaus tai uuden vastaavan esineen hankinta.....	18
3.3 Vahingon seurausten korjaus.....	19
3.4 Hankkeelle aiheutuneet hallinnolliset kustannukset...	23
3.5 Esinevahingon yhteydessä tapahtuvat henkilövahingot..	26
3.6 Koko hankkeen tuotannon häiriintyminen.....	27
3.61 Häiriintymiseen johtavat tekijät.....	27
3.62 Työmaan keskeytyminen.....	29

4. KRIISIT JA NIIDEN VAIKUTUKSET.....	31
4.1 Kriisit.....	31
4.2 Tuottavuushäiriöt.....	31
4.3 Häiriön ohjaustoimenpiteet.....	31
4.4 Työvaiheen edistymisen katkaisevan kriisin vaikutusten mallintaminen.....	37
4.41 Simulointimalli.....	37
4.42 Kriisien käsittely.....	39
4.43 Tarkastellut hankkeet.....	41
4.44 Kustannusten laskentaperusteet.....	44
4.45 Simuloinnin tulokset.....	46
4.46 Johtopäätökset.....	48
4.5 Aikataulut ja hankkeen häiriöherkkyys.....	49
5. ESINEVAHINGON AIHEUTTAMIEN KUSTANNUSTEN ARVIOINTIMENETTELY.....	53
5.1 Vahinkokustannusten arviointi.....	53
5.11 Toteutuneen vahingon aiheuttamien kustannusten laskenta.....	53
5.12 Vahinkokustannusten arviointi vahinkoasteen mukaan.....	55
5.2 Keskeytyskustannusten laskenta.....	57
5.3 Laskentamenettely tuottavuushäiriöiden suuruudelle ja koko hankkeen myöhästymiselle.....	58
6. CASET.....	63
6.1 Esimerkkiaineiston kuvaus.....	63
6.2 Vaurioituneen esineen uushankintaan johtaneet vahingot.....	63
6.3 Esineen korjaukseen johtaneet vahingot.....	75
7. YHTEENVETO.....	80
LÄHTEET JA KIRJALLISUUS.....	82
LIITTEET:	
1. Työmaan käyttö- ja yhteiskustannusten laskentamalli	
2. Simulointikohteiden tuotantoaikakaaviot	
3. Esinevahinkojen aiheuttamien kokonaiskustannusten laskentamalli	

1. JOHDANTO

Rakennustoimintaa on perinteisesti pidetty vahinkoalttiina alana sekä työtapaturmien että esinevahinkojen kannalta.

Tämän tutkimuksen lähtökohtana oli epätietoisuus rakennustyömaan esinevahinkojen aiheuttamista kustannuksista. Vahinkojen aiheuttamien kustannusten selvittämiseen on riittänyt mielenkiintoa vain vakuutusten korvaamiin kustannuksiin saakka, mutta mm. työn keskeytymisestä ja tuottavuuden häiriintymisestä aiheutuneita kustannuksia ei ole yllensä selvitetty.

Vuosina 1985-1988 joka yhdennestätoista rakennustyövakuumuksesta maksettiin vakuutuskorvaus¹. Keskimäärin korvauksen suuruus oli noin 39000 mk. On kuitenkin ilmeistä, että huomattavasti useammalla työmaalla tapahtuu esinevahinkoja, jotka jäävät tilastojen ulkopuolelle, koska vahinkojen vakuutusyhtiön korvaama osuus jää alle omavastuun, vaikka vahingosta aiheutuvat kokonaiskustannukset olisivatkin huomattavasti suuremmat.

Tutkimuksen tavoitteena oli luokitella rakennushankkeen toteutusvaiheen vahinkoriskit, ja kehittää laskentamalli, jolla esinevahinkojen kokonaiskustannukset voidaan arvioida. Tavoitteena oli tutkia vahingon aiheuttamien kustannusten suuruutta hankkeen eri vaiheissa, ja mikä osuus piilevillä kustannuksilla on vahingon kokonaiskustannuksista. Kokonaiskustannusten määrittämistä varten tutkimuksessa keskityttiin selvittämään mitä seurauksia esinevahinko aiheuttaa. Tutkimus rajattiin käsittelemään esinevahinkoja, joten tapaturmat eivät kuulu tämän tutkimuksen piiriin.

¹ Pohjola, rakennustyövakutuksen vahinkotilasto

2. VAHINKORISKIT

2.1 Riskikäsitteet

Riski kuvataan yleensä epävarmuudeksi tai todennäköisyydeksi. Riski voidaan määritellä yhdistelmäksi vaaratekijöitä, joita mitataan todennäköisyydellä¹ tai mahdollisuudella, etteivät päämääriksi asetetut positiiviset odotukset toteudu, tai epävarmuudeksi, joka liittyy taloudelliseen menestykseen tai menetykseen². Riski voidaan siis kokea positiivisena tai negatiivisena, ja se koetaan erilaisena yksilön ja yrityksen kannalta katsottuna. Vahinkoriskit ovat aina negatiivisia, koska niihin liittyy taloudellisen menetyksen vaara.

Talouselämään ja yritykseen kohdistuvat riskit voidaan jakaa³:

- liikeriskeihin eli dynaamisiin riskeihin ja
- vahinkoriskeihin eli staattisiin riskeihin

Liikeriskeille on luonteenomaista tulevaisuutta ja yleis-taloudellista toimintaa koskevien seikkojen arviointi, ja ne voidaan jakaa teknisiin, sosiaalisiin, taloudellisiin ja poliittisiin riskeihin. Liikeriskeille on ominaista, että ne aiheuttavat toteutuessaan voittoa tai tappiota. Toinen liikeriskeille ominainen seikka on, että ne voidaan vain aniharvoin vakuuttamalla siirtää yrityksen ulkopuolelle. Yleensä yritys itse kantaa nämä riskit⁴.

Vahinkoriskeille on ominaista⁵, etteivät ne toteutuessaan voi tuottaa taloudellista voittoa. Ne ovat äkillisiä ja ennalta arvaamattomia, ja ne voidaan jaotella⁶ esinevahin-

¹ Isohanni (1977) s. 6

² Laurila (1977) s. 15

³ Isohanni (1977) s. 7

⁴ Isohanni (1977) s. 7

⁵ Laurila (1977) s. 22

⁶ Isohanni (1977) s. 7

koihin, rikollisen toiminnan aiheuttamiin vahinkoihin, seurausvahinkoihin, vahingonkorvausvastuuseen ja henkilövahinkoihin.

2.2 Riskienhallinta

Riskienhallinta on¹ suunnitelmallista toimintaa yrityksen riskien kartoittamiseksi ja hoitamiseksi. Riskienhallinnan tarkoituksena² on tunnistaa yrityksen henkilöstöä, omaisuutta ja toimintaa uhkaavat riskitekijät, arvioida niiden merkitys yrityksen kannalta, löytää edullisimmat menettelytavat varautua näihin riskeihin sekä luoda riskienhallintapolitiikka ja toteuttaa sitä. Riskienhallinnan päämääränä on parantaa yrityksen ja sen henkilöstön turvallisuutta sekä varmistaa toiminnan jatkuminen mahdollisimman pienin häiriöin ja taloudellisesti edullisin keinoin.

Riskien tunnistamisella tarkoitetaan vaaratekijöiden etsimistä. Eri keinoin selvitetään yrityksen toimintaan liittyvät aktivoituessaan vahinkoa tuottavat riskit³. Riskien tunnistaminen lähtee vahingon aiheuttavan tapahtuman tarkastelusta etsien mahdolliset syyt ja seuraukset. Tärkeätä tunnistamisessa on löytää kaikki yrityksen toiminnan kannalta oleelliset riskit.

Riskien arvionnilla⁴ selvitetään tunnistettujen riskien todennäköisyys, sekä riskien toteutuessaan aiheutamien vahinkojen laajuus ja merkitys koko hankkeen kannalta.

Riskien merkityksen arvioinnissa voidaan käyttää nelikantamenettelyä⁵ (kuva 1), jonka mukaan riskit luokitellaan

¹ Isohanni (1977) s. 6

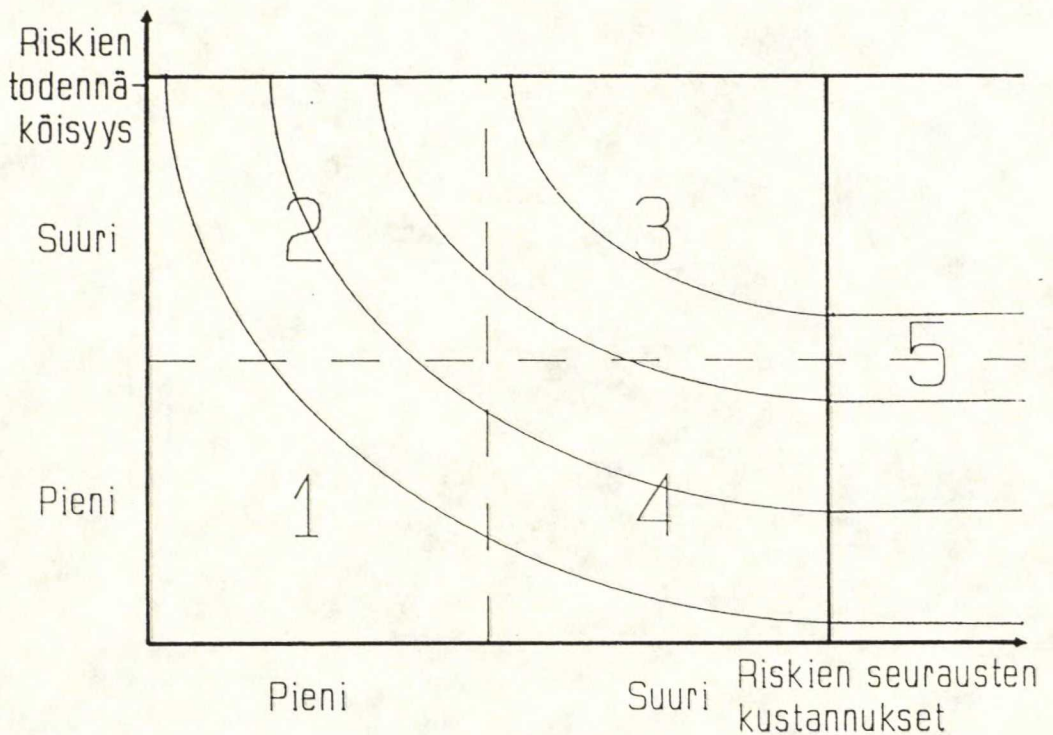
² Pellinen (1982) s. 7

³ Isohanni (1977) s. 7-8

⁴ Isohanni (1977) s. 8

⁵ Palojarvi (1986) s. 80

todennäköisyyden ja riskien toteutuessaan aiheutamien kustannusten mukaan neljään luokkaan. Riskeihin varaudutaan luokituksen ja seurausten kustannusten odotusarvon perusteella. Nelikantamenettelyn mukaiset neljä riskiluokkaa



- | | |
|---|--|
| Alue 1: Kustannukset vähäiset, todennäköisyys pieni | Suhtautumistavalla ei merkitystä |
| Alue 2: Kustannukset vähäiset, todennäköisyys suuri, odotusarvo melko suuri | Sisällytetään kustannuslaskentaan |
| Alue 3: Kustannukset suuret, todennäköisyys suuri, odotusarvo suuri | Ei oteta itselle, siirrettävä tai torjuttava |
| Alue 4: Kustannukset suuret (pienemmät kuin sallittu), todennäköisyys pieni, odotusarvo melko suuri | Siirretään, torjutaan tai varaudutaan |
| Alue 5: Seurausten kustannukset ylittävät hyväksyttävän raja-arvon | Luovutaan hankkeesta |

Kuva 1: Nelikantamenettelyn mukainen riskiluokitus¹

¹ Palojärvi (1986) s. 80

niihin liittyvine varautumiskeinoineen ovat:

- Pieni todennäköisyys, pienet kustannukset: suhtautumistavalla ei ole merkitystä kun seurausten kustannusten odotusarvo on pieni
- Suuri todennäköisyys, pienet kustannukset: riskeihin voidaan varautua ottamalla ne huomioon kustannuslaskennassa
- Pieni todennäköisyys, suuret kustannukset: riskit siirretään pois omalta vastuulta, torjutaan tai niihin varaudutaan
- Suuri todennäköisyys, suuret kustannukset: riskit siirretään pois omalta vastuulta tai torjutaan.

Riskienhallintamenetelmien valinnassa etsitään menetelmät riskeihin varautumiseksi tai niiden torjumiseksi. Riskien torjunnalla¹ tarkoitetaan menetelmiä, joilla riskien toteutumistodennäköisyyttä pienennetään ja riskeihin varautumisella menetelmiä, joilla yritys itse kantaa toteutuvan riskin seuraukset, tai siirtämään joko osittain tai kokonaan vakuutusyhtiön tai sopimuskumppanin kannettaviksi.

Keinoja riskien täydelliseen poistamiseen kohtuullisilla kustannuksilla on vähän². Sen sijaan on olemassa toimenpiteitä, joilla riskien todennäköisyyttä ja laajuutta voidaan olennaisesti vähentää. Tällaisia ovat mm. koulutus, aktiivinen työsuojelu, sopimuspolitiikka, turvallisuutta edistävä yrityspolitiikka, järjestyksen ylläpito, turvallisuustarkastukset, rakenteelliset parannukset, korkea suojaustaso, töiden suunnittelu, yleinen huolellisuus ja pelastus- ja hälytysorganisaation tehokkuus.

Osa riskeistä, joita ei kyetä kohtuullisilla kustannuksilla poistamaan voidaan siirtää toisten kannettavaksi. Riskejä voidaan siirtää sopimuksilla ulkopuolisten yritysten, kuten vakuutusyhtiöille, aliurakoitsijoiden, alihankkijoiden, asiakkaan tai toimittajien kannettavaksi. Tyypillii-

¹ Palojarvi (1986) s. 86

² Laurila (1977) s. 49

simpiä riskien siirtosopimuksia ovat yleiset sopimusehdot ja vakuutusehdot. Rakennusurakan yleisissä sopimusehdoissa on esimerkiksi sovittu, että urakoitsijan tulee aina siirtää paloriski edelleen vakuutusyhtiölle. Vakuuttaminen onkin varsin tärkeä riskienhallintakeino. Vakuutusten avulla voidaan tasata vahingonvastuuta, sekä saavuttaa kulojen tasaisuus ja budjetoitavuus¹. Esimerkkinä riskeistä, joita ei kokonaan voida siirtää vakuutusyhtiön kannettavaksi on työturvallisuusvastuu, koska se syntyy pääasiassa tehtävistä ja toimenkuvista.

Omalle vastuulle jäävät riskit jaetaan kolmeen ryhmään: riskit joita ei voi vakuuttaa, aktiivinen, tietoisesti otettu omavastuu vakuutuksissa, ja passiivisesti, tietämättä esimerkiksi alivakuutuksen muodossa otettu riskiosuus². Aktiivista omalle vastuulle jättämistä on myös itsevakuuttaminen. Itsevakuuttamisessa yritys perustaa oman vakuutusyhtiön, muodostaa korvausrahaston tai vakuuttaa vahingon osittain itse ottamalla suuren omavastuun³.

Riskienhallinnan tehokkuuden ja onnistumisen edellytyksiä ovat motivoitunut työyhteisö, toimiva riskienhallintaorganisaatio ja riskienhallinnan koordinointi. Ne kuuluvat yrityksen riskienhallintapolitiikkaan. Riskienhallintapolitiikassa määrittellään riskienhallinnan puitteet ja toiminta sekä periaatteet ja päämäärä riskienhallinnalle. Se määrittelee riskienhallintaorganisaation ja vastuuhenkilöt sekä luo ja toteuttaa suojele- ja vakuutuspolitiikkaa⁴.

¹ Isohanni (1977) s. 10

² Isohanni (1977) s. 10-11

³ Laurila (1977) s. 52-53

⁴ Isohanni (1977), Laurila (1977)

2.3 Vahinkoriskit rakennustuotannossa

Rakennustoimintaa on yleisesti pidetty yritystoiminnassa alana, jossa vahingonvaaralla on leimaa-antava osuus toiminnan luonteesta¹. Rakennustyökohteiden monimutkaisuus ja vaikeusaste ovat lisääntyneet viime vuosina. Sen mukana lisääntyvät myös rakennusyrityksen vahinkoriskit, riskien todennäköisyys ja mahdollisten vahinkojen suuruus.

Rakentamisen vahinkoriskit jaetaan² riskitekijän mukaan:

- teknisiin vahinkoriskeihin
- paloriskeihin
- rikollisuuden aiheuttamiin riskeihin
- työskentely-ympäristöriskeihin
- luonnonvoimien aiheuttamiin riskeihin
- korjaustöihin liittyviin riskeihin

Tekniset vahinkoriskit ovat kohteiden suunnitelmista ja teknisestä toteutuksesta, sekä koneista ja laitteista johtuvia riskejä. Teknisiä vahinkoriskejä on lisännyt mm. teknisten erityisratkaisujen käyttö, vaikka erityiskohdeissa tekniset riskit otetaankin huomioon jo suunnittelussa.

Paloriskit ovat teknisten riskien ohella merkittävimmät rakennustyömaan vahinkoriskit. Markkamääräisesti arvioituna on paloriski suurin rakentamisen vahinkoriskeistä. Suurissa kohteissa voi pienikin viimeistelyvaiheessa tapahtuva tulipalo aiheuttaa huomattavat aineelliset vahingot varsinaisten palovahinkojen sekä savu- ja vesivahinkojen muodossa.

Rikollisuuden aiheuttamat riskit tarkoittaa mm. murtoja, ryöstöjä ja ilkivaltaa.

¹ Isohanni (1977) s. 3

² Isohanni (1977) s. 4-5

Työskentely-ympäristöriskit tarkoittaa ympäristötekijöistä johtuvia riskejä.

Luonnonvoimien aiheuttia riskejä ovat mm. myrsky, rakenteiden jäätyminen, routa ja varsinkin maarakennus- ja siltatöissä tulva.

Korjaustöiden riskit liittyvät työskentelyyn vanhoissa rakennuksissa, joiden arvo voi olla moninkertainen korjaustyöurakkaan nähden.

2.4 Rakennustyömaan vakuutukset

2.41 Vakuutusten jaottelu

Vakuutuksilla yritys siirtää osan riskeistään vakuutusyhtiön kannetavaksi. Rakennusyrityksen ja -työmaan vakuutustarpeen määrittelevät lainsäädäntö, sopimukset ja yrityksen riskienhallintapolitiikan mukainen tarve suojautua riskejä vastaan.

Rakennusyrityksen ja -työmaan vakuutukset jaetaan¹ lakisääteisiin, sopimusvelvoitteisiin ja vapaaehtoisiin vakuutuksiin.

Lakisääteisiin vakuutuksiin kuuluu mm. työntekijäin tapaturmavakuutus.

Sopimusvelvoitteisista vakuutuksista määrätään mm. urakkasopimuksissa, hankintasopimuksissa ja Rakennusalan työehtosopimuksessa. Urakkasopimuksen liitteisiin yleensä kuuluvan Rakennusurakan yleisten sopimusehtojen² mukaan urakoitsija on velvollinen palovakuuttamaan rakennuskohteen.

¹ Pellinen (1982) s. 6

² YSE 1983 §5

Palovakuutus on yleensä minimivaatimus, ja usein urakoitsijat ottavat työkohteelle kattavamman rakennustyövakuutuksen. Rakennusalan työehtosopimuksen¹ mukaan työnantaja on mm. velvollinen palo- ja murtovakuuttamaan työntekijöiden työvälineet ja vaatteet.

2.42 Rakennustyömaan vahinkovakuutukset

Tärkeimmät rakennustyömaan vahinkovakuutukset ovat rakennustyö-, palo-, ja vastuuvakuutukset. Palovakuutus on Rakennusurakan yleisten sopimusehtojen mukainen minimivakuutus, mutta yleisin työmaan esinevahinkovakuutus on rakennustyövakuutus, jonka korvauspiiri on palovakuutusta huomattavasti laajempi. Vastuuvakuutukset korvaavat kolmannelle osapuolelle aiheutetut vahingot. Vahinkovakuutusehtoihin liittyy suojeluohjeita, joiden noudattaminen on edellytyksenä korvauksen maksamiselle.

Rakennustyövakuutus on rakennustyömaan esinevakuutus, joka kattaa tapaturma- ja moottoriajoneuvovakuuksia lukuunottamatta kaikki erilliset rakennustyöhön saatavissa olevat vakuutukset. Vakuutus otetaan yksittäisen työkohteen tai koko yrityksen rakennustoiminnan kattavaksi. Vakuutus kattaa² vakuutettua omaisuutta kohdanneet äkilliset ennalta arvaamattomat vahingot, kuten omaisuusvahingot (palo-, räjähdys, sortumis-, luonnonvoimien aiheuttamat-, murto-, varkaus-, kuljetus, vesijohto-, ja lasivahingot). Korvauspiirin ulkopuolelle jäävät³ virheellisesti tehdyt työt tai käytöstä johtuneet vahingot, mutta vakuutus kuitenkin korvaa tällaisten virheiden muulle vakuutetulle omaisuudelle aiheuttamat vahingot. Myös vastuuvahingot jäävät rakennustyövakuutuksen korvauspiirin ulkopuolelle, ellei sitä ole vakuutukseen erikseen liitetty. Louhintavastuu-

¹ Rakennusalan työehtosopimus 1988-1989 §33, 38.8

² Pohjolan Rakennustyövakuutusehdot §13, §15.1

³ Pohjolan Rakennustyövakuutusehdot §15.2

vakuutus otetaan aina erikseen. Rakennustyövakuutuksen vakuutusmaksuun vaikuttavat¹ mm. työkohteen laatu, rakennusaika ja vahinkojen määrä.

Rakennusaikainen palovakuutus korvaa mm. palon, ukkosen ja räjähdysten aiheuttamat vahingot. Palovakuutukseen sisältyvät työmaalla olevat rakennustarvikkeet ja tehdyn työn arvo. Työvälineet ja ala- ja sivu-urakoitsijoiden omaisuus ei sisälly palovakuutuksen korvauspiiriin, ellei niitä siihen ole erikseen sisällytetty. Palovakuutuksen maksut määräytyvät rakennusajan, rakennusluokan ja vakuutusmäärän perusteella.

2.43 Rakennustyömaiden vahinkotilastoja

Vakuutusyhtiöiden keskusliiton palovahinkotilastojen (1983-1987) mukaan tekeillä tai korjattavana olevissa rakennuksissa tapahtuu vuodessa keskimäärin 90 palovahinkoa, joiden keskimääräinen korvaussumma on 71000 mk. Kaikista palovahingoista rakennustyömailla tapahtuu keskimäärin 0,12 %, joista maksettavat korvaukset ovat noin 0,14 % kaikista maksetuista palovahinkokorvauksista.

Vakuutusyhtiö Pohjolan rakennustyövakuutusvahinkotilastojen mukaan vuosina 1985-1988 keskimäärin joka yhdennellätoista rakennustyömaalla (8,9 % vakuutuksista) on tapahtunut rakennustyövakuutuksesta korvattu vahinko (taulukko 1). Suurin osa korvattavista vahingoista on pieniä, korvaussummaltaan alle 5000 mk:n vahinkoja, vaikka suurin osa korvauksista maksetaan yli 200000 mk:n vahingoista (taulukot 1 ja 2, kuva 2). Vakuutuskorvausten keskikoko on rakennuskustannusindeksillä tasoon II/1989 korjattuna ollut noin 38600 mk.

¹ Pellinen (1982) s. 14

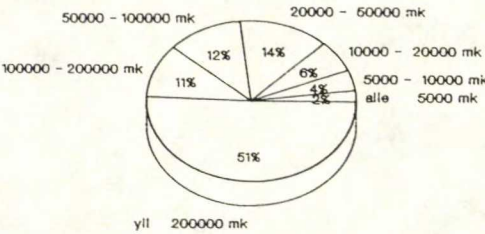
vuosi	vakuutus kpl	korvaukset			vahingon keskikoko mk ⁱ
		mk	mk ⁱ	kpl	
1985	1993	4 686 000	5 712 000	189	30 200
1986	2032	8 738 000	10 206 000	252	40 500
1987	3581	16 123 000	18 018 000	312	57 700
1988	4249	7 434 000	7 788 000	299	26 000

Taulukko 1: Vakuutusyhtiö Pohjolan rakennustyövakuutukset ja maksetut korvaukset 1985-1988. i:llä merkityt markkamäärät on rakennuskustannusindeksillä korjattu tasoon II/1989.

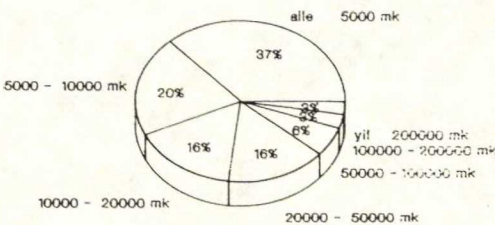
vahingon suuruusluokka mk		maksetut korvaukset mk	vahinkoja kpl	keskimääräinen vahinko mk
alle	5 000	838 000	390	2 200
5 000 -	10 000	1 517 000	217	7 000
10 000 -	20 000	2 315 000	171	13 500
20 000 -	50 000	5 046 000	165	30 600
50 000 -	100 000	4 226 000	63	67 100
100 000 -	200 000	3 926 000	29	135 400
yli	200 000	18 537 000	27	686 600

Taulukko 2: Vakuutusyhtiö Pohjolan rakennustyövakuutuksista vuosina 1985-1988 maksamat korvaukset korvausten suuruusluokan mukaan jaoteltuina.

VAHINKOJEN
SUURUUSLUOKKAJAKAUMA



VAHINKOJEN JAKAUTUMINEN
KOKOLUOKKIIN KAPPALE-
MÄÄRIEN MUKAAN



Kuva 2: Vakuutusyhtiö Pohjolan rakennustyövakuutuksista vuosina 1985-1988 maksamien korvausten jakautuminen.

2.5 Näkökulmat esinevahinkojen tarkasteluun

Esinevahinkoa voidaan tarkastella vahingon aiheuttajan, vahinkotapahtuman, seurausten, vahingoittuvan esineen, paikan, ajan ja olosuhteiden kannalta. Esinevahinkojen aiheuttamien kustannusten kannalta oleellisisimmat näkökulmat saadaan etsittäessä vastaukset kysymyksiin "mikä esine?" (taulukko 4) ja "mitä vahingosta seuraa?" (taulukko 5). Tapahtuman mukainen näkökulma on merkityksellinen vakuutuskorvauksen saamisen kannalta (taulukko 3).

Tässä tutkimuksessa esinevahinkoja tarkastellaan vahingon seurausvaikutusten kannalta vahingosta aiheutuvien kustannusten näkökulmasta.

tuhoutuminen	
vaurioituminen	palo, räjähdys kastuminen, uppoaminen putoaminen, kaatuminen lämpötilan muutos mekaaninen energia väärä käyttö tai varastointi huolimattomuus ilkivalta sortuminen (lujuuden pettäminen)
katoaminen, hävikki	varastaminen ryöstö, murto ilkivalta tahallinen teko väärä käyttö huolimattomuus hukka väärä sijainti tai varastointi toimitusten puutteellisuus palo
kolmannelle osapuolelle aiheutuvat vahingot	henkilövahingot omaisuusvahingot

Taulukko 3: Vahingon luokitus tapahtuman mukaan.

materiaalit	puutavara levyt pientarvikkeet
rakennusosat	paalut putket, renkaat laatat, ulkovarusteet elementit kattorakenteet ikkunat, ovet kalusteet, varusteet koneet, laitteet hissit, liukuportaat
rakennuskoneet, kalusto ja työvälineet	nosturit, nostovälineet muotit siirtokalusto betonointikalusto, betoniasemat, koneasemat, työasemat telineet, kelkat lämmönkehitys- ja jakelulaitteet vesi- ja viemärilaitteet
valmiit paikallatehdyt rakenteet	holvi, palkki, laatta, pilari antura, perusmuuri kaivanto, tunneli kattorakenteet muuraus, hormit pintarakenteet, laatoitus raudoitus portaat ulkoseinät, väliseinät, parvekkeet

Taulukko 4: Vahingoittuneen esineen mukainen luokitus

esineen korjaaminen tai uuden esineen hankinta pelastustoimet ja siivoamiset esineen laadun muuttuminen työn keskeytyminen, kriisi tuottavuuden häiriintyminen	tuottavuushäiriöt työn sisäisen tahdistuksen häiriintyminen tuotantonopeuden lasku
vahinkoselvitykset korvaukset oikeustoimet urakka-ajan ylitys hankkeen rahoituskulujen kasvu henkilövahingot	

Taulukko 5: Vahingon luokitus seurausvaikutusten mukaan.

3. ESINEVAHINGOT

3.1 Vahinkoluokittelu

Esinevahinkojen rakennustuotannolle ja työmaan hallinnolle aiheuttamat seuraukset voidaan työmaalle koituvien kustannusten kannalta luokitella viiteen osaan (kuva 3):

- itse esineelle tai materiaalille aiheutuneet vauriot ja niiden korjaaminen
- vahingon seuraukset työmaalle ja työn tulokselle
- vahingon aiheuttamat hallinnolliset seuraukset
- esinevahinkojen yhteydessä tapahtuvat henkilövahingot
- koko hankkeen tuotannon häiriintyminen

ESINEVAHINKOKUSTANNUKSET

ESINEEN KORJAUS TAI UUDEN HANKINTA

VAHINGON SEURAUSTEN KORJAUS

HENKILÖVAHINGOT

HANKKEELLE AIHEUTUNEET
HALLINNOLLISET KUSTANNUKSET

KOKO HANKKEEN
TUOTANNON HÄIRIINTYMINEN

Edellä esitetyn luokittelun perusteella on luokat eritelty seuraavasti:

1. Esineelle tai materiaalille aiheutuneet vauriot ja niiden korjaaminen käsittää esineen tai materiaalin korjaukseen tai täysvauriotapauksessa uuden vastaavan esineen tai materiaalin hankkimiseen liittyvät toimenpiteet ja kustannukset.
2. Vahingon seuraukset työmaalle ja työn tulokselle sisältää vahinkopaikalla tapahtuvat pelastustoimet, siivoamiset ja niihin liittyvät työt ja kustannukset, sekä vaurioituneen esineen tai materiaalin laadun muuttumisesta aiheutuvat erät.
3. Vahingon aiheuttamiin hallinnollisiin seurauksiin lasketaan vahinkoselvittelyt, vahingosta aiheutuvat korvaukset, oikeustoimet ja vahingosta aiheutuvan urakka-ajan ylityksestä johtuva sopimussakko.
4. Esinevahingon yhteydessä tapahtuvat henkilövahingot sisältää esinevahingon seurauksena tapahtuvasta henkilövahingosta aiheutuvat kustannukset.
5. Koko hankkeen tuotannon häiriintyminen sisältää tuotannon häiriintymisen, koko työmaan tai sen osan keskeytymisen, tuottavuuden häiriintymisen ja kokonaisuuden laadun muuttumisen.

Vahingon aiheuttamia kustannuksia tarkasteltaessa käytetään Rakentaminen 90 -järjestelmän mukaisia tuotantorakenteita.

3.11 Rakentaminen 90 -tuotantorakenteet

Rakentaminen 90 -järjestelmän¹ nimikkeistöt kytketään toisiinsa tuote-, tuotanto- ja panosrakenteilla. Tuoterakenne kuvaa tuotesuunnittelun tulosta eli tuotetta, eli mitä rakennusosia, tiloja ja järjestelmiä valmiiseen rakennustuotteeseen sisältyy. Tuotantorakenteet kuvaavat kohteen tekemistä, eli mitä työvaiheita työn toteuttamiseen tarvitaan. Panosrakenne kuvaa kohteeseen tarvittavia panoksia, eli mitä tuotannontekijöitä kohteen aikaansaamiseen tarvitaan. Rakenteet ovat kaksiulotteisia rakennepuita, joissa pääluokittajana on yksi nimikkeistö, jonka osia tarkennetaan joko yhdellä tai kahdella muulla nimikkeistöllä. Tuotantorakenteilla kuvataan hankkeessa tapahtuvaa toimintaa ja se muodostuu tuotanto-osista ja kuvaa hankkeen toteutuksen tuotanto-osittain. Tuotanto-osia ovat tehtävät, toimet, työvaiheet ja itsenäiset kustannuserät. Tuotantorakenne määrittelee tapahtumat, joilla panokset yhdistetään tuoteosiksi. Tuotantorakenne on täydellinen tuoteosan panos- ja työvaiherakenne, jolla esitetään kaikki tuoteosan aikaansaamiseksi tarvittavat panokset, tarvikkeet, työvaiheet, apuaineet ja kalusto. Panoksilla on hinta ja menekki.

Tuotantorakenteet hinnoitellaan ylläpidetyillä resurssihinnastoilla. Ylimääräiset suoritteet poistetaan ja suhteelliset määrät korjataan vastaamaan tuoterakennetta².

¹ Rakentaminen 90

² Svenn (1989)

TUOTANTOLASKELMA

TYÖNVAIHE	NRO	TUOTEOSA	TYYPPI	SIJAINTI	MÄÄRÄ	YKSIKKÖ				
Puutyö	001	Väliseinä	VS 3	Osakohde 1 1/1 krs.	45	m ²				
		PANOSNIMIKE		YKSIKKÖ	SUHT. MÄÄRÄ	PANOS	P-LAJI	MENEKKI	MK/YKS.	MK
		Mittaus		h	0.10	Mittakirvesmies	2	4.5	60.00	270.00
		Rungon asennus		h	0.36	Sisustuskirv.m.	2	16.2	58.00	939.60
		Metalliranka		jm	1.24	Teräsranka	1	55.8	6.50	362.70
		Levytyt 1		h	0.10	Sisustuskirv.v.	2	4.5	58.00	261.00
		Rakennuslevy 13 mm		m ²	1.12	Gyproc Gek 13 O	1	50.4	35.30	1779.12
		Min. villan asennus		h	0.02	Rakennustyönt.	2	0.9	40.00	36.00
		Ääneneristys		m ²	1.11	Partek min.villa	1	49.9	12.10	604.39
		Levytyt 2		h	0.10	Sisustuskirv.m.	2	4.5	58.00	261.00
		Rakennuslevy		m ²	1.12	Wilhelmi Eurok.	1	50.4	40.50	2041.20
TYÖNVAIHE	NRO	TUOTEOSA	TYYPPI	SIJAINTI	MÄÄRÄ	YKSIKKÖ				
Puutyö	002	Väliseinä	VS 3	Osakohde 3 3/2 krs.	80	m ²				

Kuva 4: Esimerkki hinnoittelusta tuotantolaskelmasta 1.

3.2 Esineen korjaus tai uuden vastaavan esineen hankinta

Esineen tai materiaalin vaurioituessa jatkotoimenpiteet riippuvat esineen vaurioasteesta. Esine voidaan korjata tai sen tilalle voidaan hankkia uusi vastaava esine tai materiaali.

Esineen korjaus

Vaurioituneen tai tuhoutuneen esineen korjaaminen käsittää valmistelevat työt (eli mahdollisen irrotuksen tai purkamisen), esineen siirtokuntoon järjestämisen, siirrot ja kuljetukset työmaalta korjauskohteeseen, korjauksen, kuljetukset ja siirrot takaisin työkohteeseen, asennuksen ja korjausajaksi hankittavan korvaavan esineen vuokrauksen (kuva 5).

¹ Rakentaminen 90 s. 44, kuva 21

Esineen tai materiaalin korjauksen tuotantorakenne koostuu

- valmistelevista töistä korjausta varten, kuten esineen purusta ja irrotuksesta
- siirroista ja kuljetuksista vahinkopaikalta korjauspaikalle
- varastoinnista
- korjauksesta
- korjauksen ajaksi hankittavan korvaavan esineen vuokrauksesta
- korjatun esineen siirroista ja kuljetuksista
- asennuksesta

Korjauksen panosrakenne koostuu työstä, materiaaleista, kalustosta ja alihankinnoista (kuva 5).

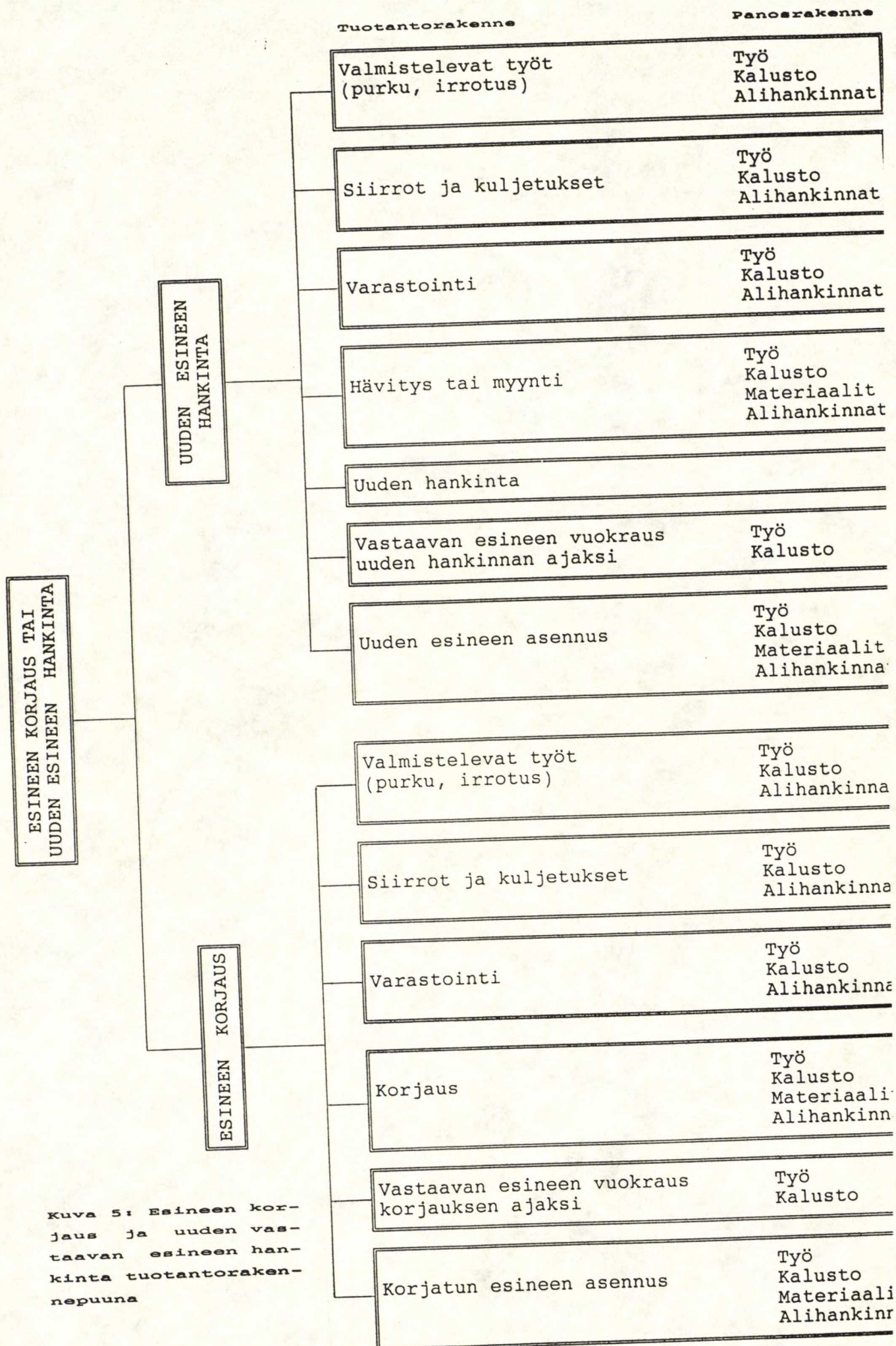
Uuden vastaavan esineen hankinta

Hankittaessa vaurioituneen esineen tilalle uusi vastaava esine tai materiaali korjauksen tuotantorakenne muuttuu siten, että korjauksen tilalle tulee uuden esineen hankinta ja tuhoutuneen esineen hävitys tai myynti. Panosrakenne on sama kuin esineen korjauksen yhteydessä. Myytäessä vaurioitunut esine tulee hinnoittelussa ottaa huomioon esineen jäännösarvo (kuva 5).

3.3 Vahingon seurausten korjaus

Vahingon seurausten korjauksella tarkoitetaan vahingon vaikutusten ja sen seurausten sekä alueellista että toiminnallista rajoittamista sekä vahingon vaikutuksia esineen laatuun, ja niiden aiheuttamia kustannuksia.

Vahingon seurausten korjaus jaetaan pelastustoimiin ja siivoamisiin sekä esineen laadun muuttumiseen (kuva 6).



Kuva 5: Esineen korjaus ja uuden vastaavan esineen hankinta tuotantorakennepuuna

Pelastustoimet, siivoamiset

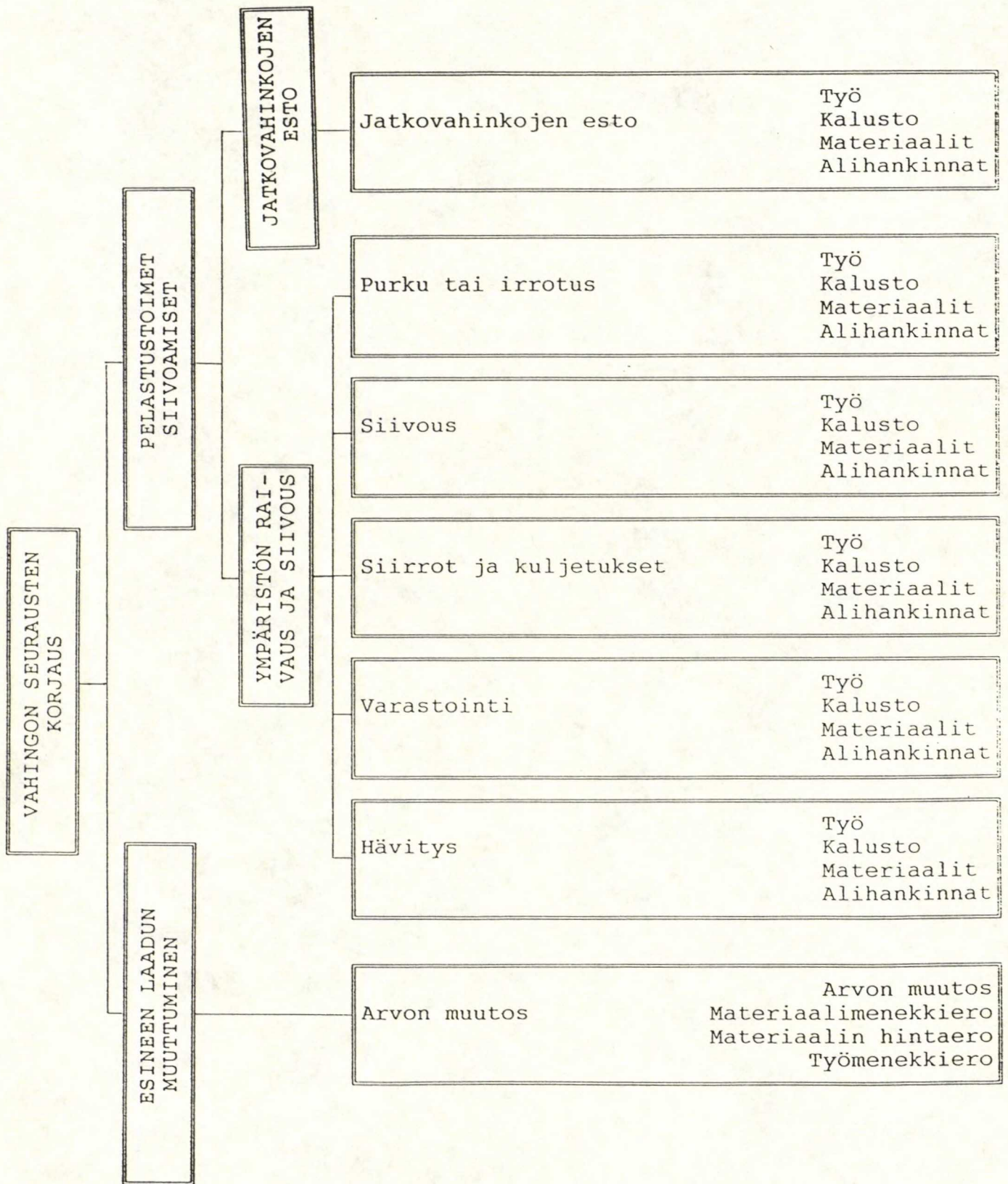
Pelastustoimet ja siivoamiset sisältää jatkovahinkojen estosta ja ympäristön raivauksesta ja siivouksesta aiheutuvat toimet ja niiden kustannukset.

Jatkovahinkojen estolla tarkoitetaan vahingon alueellista rajaamista ja sen leviämisen estämistä ympäröiviin työkohteisiin, sekä ympäröivien työkohteiden ja niissä olevien esineiden suojauksen. Ajallisesti jatkovahinkojen esto-toimenpiteet tapahtuvat vahingon vaikutusaikana. Jatkovahinkojen esto käsittää vahinkopaikan ympäristön suojauksen muihin esineisiin kohdistuvan vahingon vaaran varalta tai siirrettävien esineiden tai materiaalien siirron turvalliseen paikkaan esim palo- tai vesivahinkotapauksessa. Lisäksi vahingon leviämisen esto käsittää itse vahingon rajoittamisen, esimerkiksi palon sammuttamisen. Jatkovahinkojen estosta aiheutuneet kustannukset aiheutuvat työstä, työhön käytettävästä kalustosta ja materiaaleista sekä alihankinnoista ulkopuolista apua tarvittaessa.

Ympäristön raivauksella ja siivouksella tarkoitetaan toimenpiteitä, jotka suoritetaan vahingon tapahduttua, ja niiden tarkoituksena on saattaa vahinkopaikka ja sen ympäristö sellaiseen kuntoon, että työtä työkohteessa voidaan jatkaa. Ympäristön raivaus ei kohdistu itse esinevahingon kohteeseen, vaan siitä seuranneisiin vaurioihin. Raivauksen ja siivouksen tuotantorakenne on vaurioituneiden materiaalien purku tai irrotus, siivous, siirrot ja kuljetukset, varastointi ja hävitys. Tuotanto-osiin liittyvä panosrakenne koostuu työ-, materiaali-, kalusto- ja alihankintakustannuksista.

Esineen laadun muuttuminen

Vahingon ja sitä seuranneiden toimenpiteiden tuloksena saattaa esineen tai materiaalin laatu muuttua sopimuksen mukaisesta. Poikettaessa hyväksyttävästä laatutasosta



Kuva 6: Vahingon seurausten korjaus tuotantorakennepuu-
na.

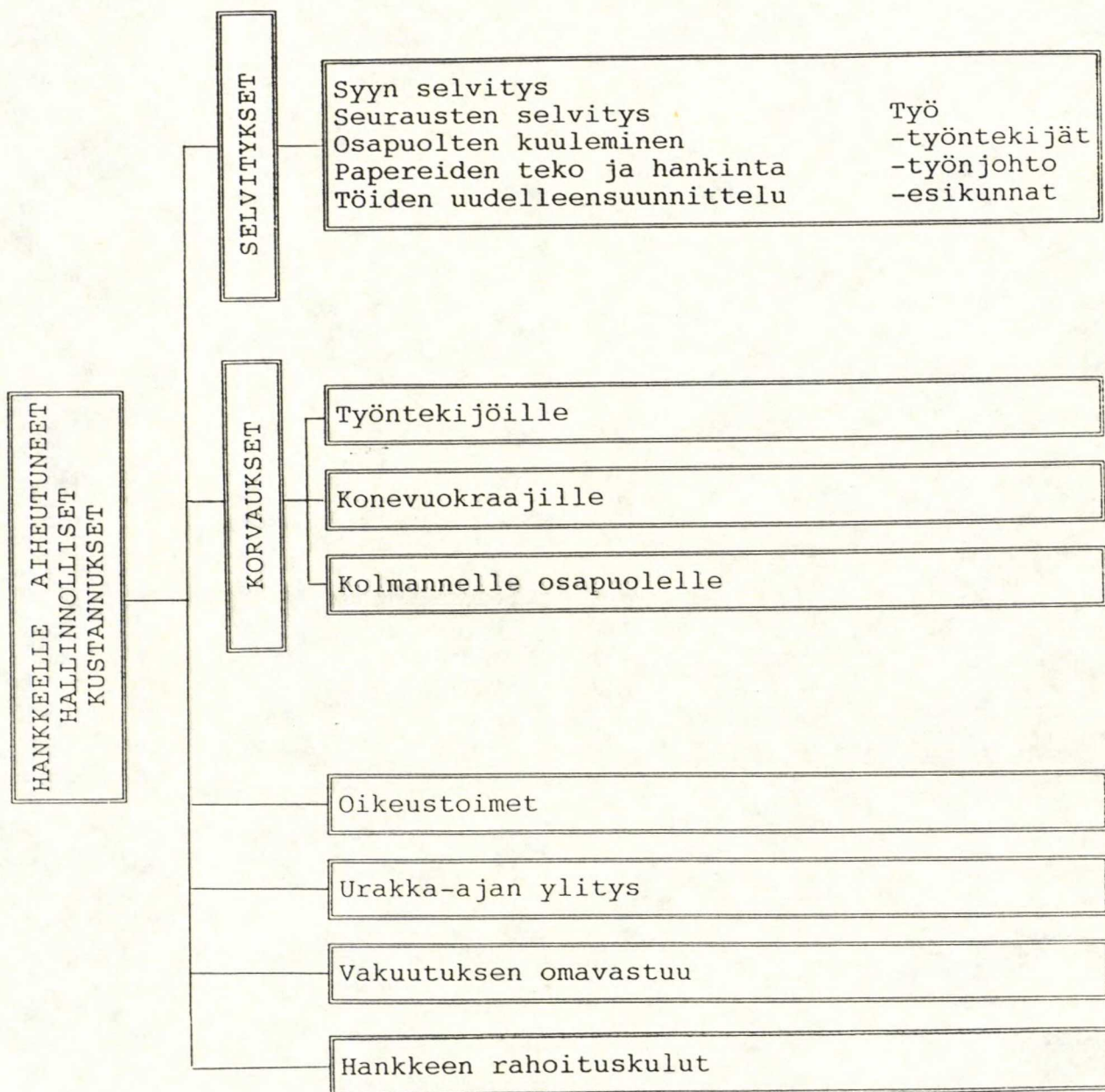
esineen arvo voi joko laskea, jolloin poikkeaminen johtaa joko työn uudelleentekemiseen tai arvonalennukseen, tai nousta, josta koituvasta lisälaadusta ei urakoitsija kuitenkaan saa lisähyvitystä, vaikka siitä olisikin aiheutunut työ- ja materiaalimenekin kasvua.

3.4 Hankkeelle aiheutuneet hallinnolliset kustannukset

Esinevahingosta johtuvat hallinnolliset kustannukset muodostuvat työmaan käyttö- ja yhteiskulujen kasvusta keskeytys- tai urakka-ajan ylitysalalta, vahinkoselvityksistä, vahingon takia maksettavista korvauksista, oikeustoimien kustannuksista, vakuutuksen omavastuusta ja hankkeen rahoituskulujen kasvusta (kuva 7).

Urakka-ajan ylitys aiheuttaa urakkasopimuksen mukaisen viivästyssakon, ja työmaan käyttö- ja yhteiskustannusten ja rahoituskulut kasvavat. Käyttö- ja yhteiskustannusten työmenekkisidonnainen osa säilyy urakka-ajan pidentyessä muuttumattomana, sitävastoin aikasidonnainen osa vaikuttaa käyttö- ja yhteiskustannuksia kasvattavasti. Keskeytyksestä johtuva käyttö- ja yhteiskustannusten kasvu käsitellään koko hankkeen tuotannon häiriintymisen yhteydessä.

Vahingon johdosta suoritettavien vahinkoselvitysten tarpeellisuuden määrittää työsuojelulaki, vakuutusehdot ja yrityksen sisäiset ohjeet. Vahingon suuruudesta riippuu selvitysten vaikutus työmaan toimintaan, kuten myös selvityksiin käytettävä aika, oikeustoimet ja sopimuksenmukaiset tai oikeuden määräämät korvaukset. Vahinkoselvitysten tarkoituksena on selvittää vahingon syyt, seuraukset ja korvausvastuun perusteet. Vahingon laajuudesta riippuen vahinkoselvityksiin osallistuvat työmaan työnjohto, työn tekijöitä, työsuojeluvaltuutettu, luottamusmies, asiantuntijoita yrityksen hallintoelimistä, työsuojeluviranomaiset, rakennuttaja, aliurakoitsijoita ja poliisi. Vahinko-



Kuva 7: Hankkeelle aiheutuneet hallinnolliset kustannukset

selvityksiin liittyy osapuolten kuulemiset, dokumenttien ja selvitysten teko ja hankinta, ja suunnitteluvirheiden kyseessä ollessa suunnittelua. Yrityksen kannalta vahinkoselvittelyjen kustannukset koostuvat työnjohdon, työntekijöiden ja yrityksen esikuntien työpanoksesta ja dokumenttien hankinnasta.

Vahingon aiheuttama korvausvelvollisuus määritetään vahingonkorvauslaissa ja sopimuksissa. Korvauksien saajina ovat tapauksesta riippuen työntekijät ja kolmas osapuoli. Korvausten suuruus määritetään sopimuksella tai oikeusteitse.

Vahinko johtaa oikeustoimiin kun osapuolet ovat erimielisiä tai kun viranomaiset katsovat asian vaativan oikeuskäsittelyä. Oikeustoimien kustannukset koostuvat mm. asianajajien palkkioista ja muista oikeudenkäyntikuluista.

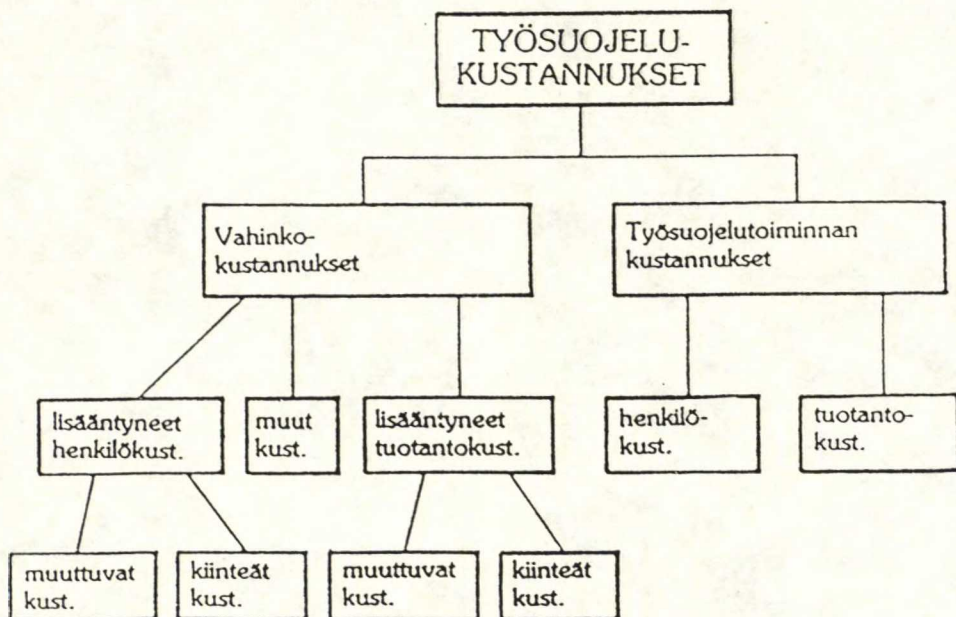
Vakuutusyhtiön korvausvelvollisuutta vähentää omavastuu. Omavastuun suuruus riippuu vakuutuslajista ja tehdystä sopimuksesta. Vaikka vakuutusyhtiön maksamat korvaukset vaikuttavat vakuutusmaksuihin, on yksittäisen vahingon maksuja korottava vaikutus niin pieni, ettei sitä ole tarpeen ottaa huomioon vahinkokustannuksia laskettaessa.

Vahingon johdosta aiheutuu hankkeelle rahoituskuluja. Rahoituskulut koostuvat ennakoon maksettujen vakuutusmaksujen, vahingon johdosta viivästyneiden maksupostien ja vahingon aiheuttamien lisääntyneiden kustannusten rahoituskuluista. Rahoituskulut tulee ottaa huomioon vahingon aiheuttamia kokonaiskuluja laskettaessa riippumatta siitä, kuka on koron saajana velkatilanteessa tai maksajana hyvityskorkotilanteessa.

3.5 Esinevahingon yhteydessä tapahtuvat henkilövahingot

Esinevahinkoon liittyy usein henkilövahinkoja. Henkilövahingot tulee kuitenkin aina käsitellä henkilövahinkoina niihin liittyvistä esinevahingoista huolimatta.

Tapaturmien välittömät kustannukset¹ muodostuvat tapaturmakorvauksista, työnantajan omavastuusuudesta pakollisessa tapaturmavakuutuksessa ja tapaturman uhrin tapaturmaajan palkasta sosiaalikuluneen. Välillisiin kustannuksiin² lasketaan tuotannon, ja työnjohdon ja työntekijöiden työajan häiriöistä johtuvat kustannukset johtuvat kustannukset, sekä yrityksen maineen menettämisestä johtuvat kustannukset (kuva 8).



Kuva 8: Työsuojelutoiminnan ja henkilövahinkojen aiheuttamat kustannukset 3

¹ Jaukkuri (1985) s. 30

² Jaukkuri (1985) s. 36-40

³ Markkanen (1984), s. 12

Tapaturmien torjunta ja tapaturmia aiheuttavien tekijöiden poistaminen liittyvät läheisesti esinevahinkojen torjuntaan, sillä on ilmeistä, että puhtaiden esinevahinkojen määrä laskee samassa suhteessa kuin tapaturmienkin¹.

3.6 Koko hankkeen tuotannon häiriintyminen

3.6.1 Häiriintymiseen johtavat tekijät

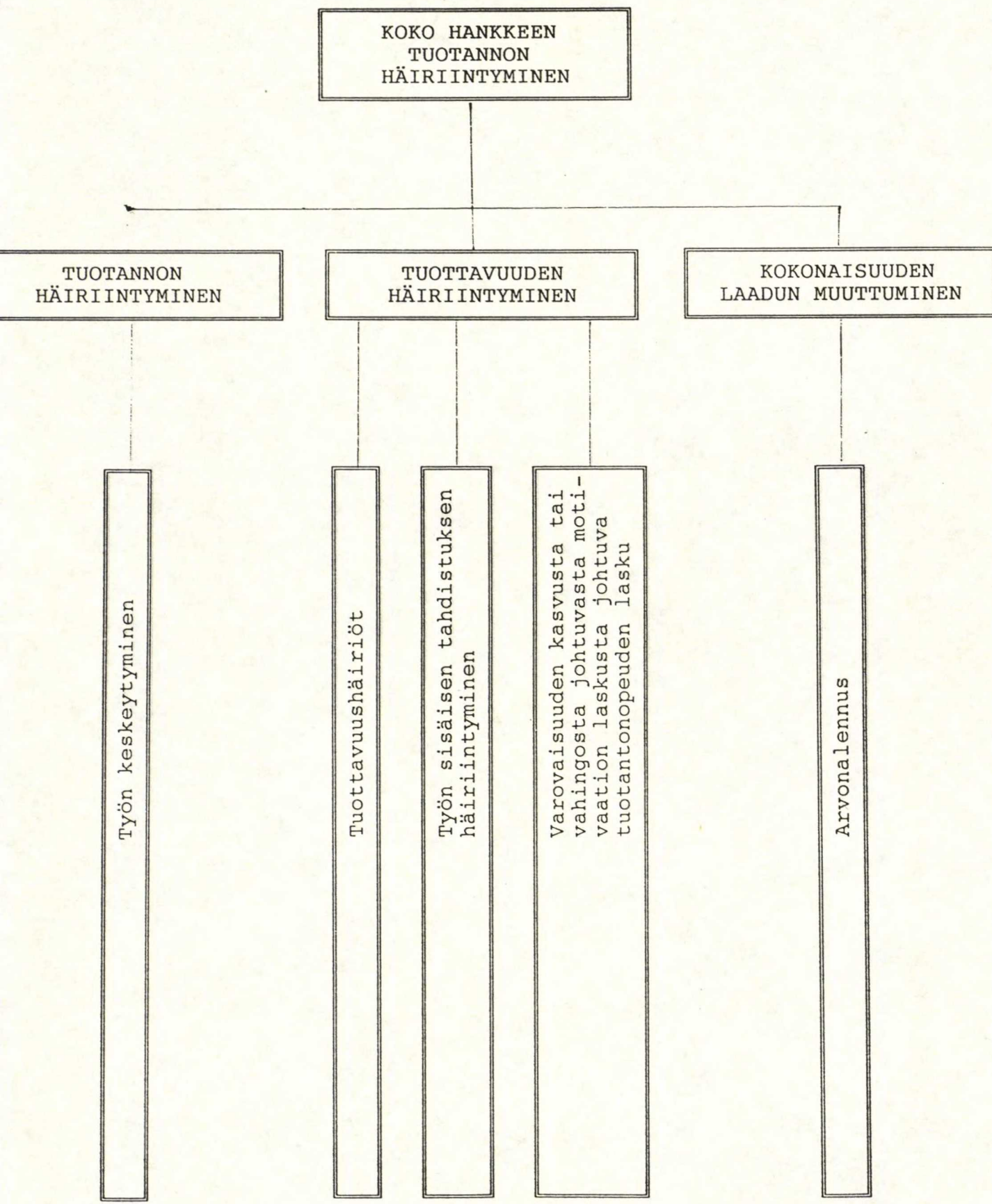
Rakennustyössä tulee tilanteita, joissa työn edistyminen häiriintyy. Häiriötekijät muuttavat suunniteltua tuotantoa, ja aiheuttavat rakentamisen osapuolille kustannuksia ja menetyksiä. Häiriöiden syyt voivat olla työvoimasta ja urakoitsijasta johtuvien syiden lisäksi luonnontekijöistä, julkisen vallan toimenpiteistä tai kolmannelle osapuolelle johtuvia. Häiriö voi koskea koko työmaata tai vain osaa siitä.

Koko hankkeen tuotannon häiriintymisellä tarkoitetaan hankkeen edistymiseen tai tuottavuuteen, tai hankkeen laadun muuttumiseen vaikuttavaa häiriötä (kuva 9).

Urakka-ajan ylityksestä koituu kustannuksia työmaan käyttö- ja yhteiskustannusten nousun takia, ja urakkasopimuksen mukaisena sopimussakkona.

Tuotannon häiriintymisellä tarkoitetaan työvaiheen kokonaan tai osittain tapahtuvaa keskeytymistä. Tuottavuuden häiriintyminen käsittää häiriöstä aiheutuvat tuottavuushäiriöt, työn sisäisen tahdistuksen häiriintymisen tai tuotantonopeuden laskun.

¹ Jaukkuri (1985) s. 30



Kuva 9: Koko hankkeen tuotannon häiriintyminen tuotan-
torakennepuuna.

Kokonaisuuden laadun muuttuminen käsittää vahingosta johtuvan arvonmuutoksen: arvonalennus tai arvon kasvu. Laadun muuttumisen aiheuttamia korjaustoimenpiteitä tarkastellaan esineen tai materiaalin korjauksen yhteydessä.

3.62 Työmaan keskeytyminen

Esinevahinko keskeyttää työt koko työmaalla tai sen osassa. Keskeytymisestä aiheutuvien kustannusten suuruus riippuu siitä, mitä töitä esinevahinko keskeyttää.

Keskeytyskustannukset riippuvat mm. paikallisista olosuhteista, vuodenajasta ja rakennusvaiheesta, ja ne aiheutuvat rakennustyön pysähtymisen vuoksi tai työn käynnistämiseksi tehdyistä toimenpiteistä. Kustannukset muodostuvat työmaan käyttö- ja yhteiskustannuksista rakennustyön pysähtyessä ja työn uudelleen käynnistyessä.

Työmaan käyttö- ja yhteiskustannukset muodostuvat työmenekki- ja aikasidonnaisista osista. Työmaan keskeytyminen ei vaikuta työmenekkisidonnaiseen osaan, mutta aikasidonnaiseen osaan työmaan keskeytys, kuten urakka-ajan ylitys,kin vaikuttaa. Keskeytyskustannuksia muodostavia tekijöitä ovat mm. keskeytyssuojaukset, -katselmukset ja koneiden siirrot, sekä koneiden, mm. torninosturin, vuokrasta, energiasta, työnjohto- ja työmaatoimiston kuluista ja varustoinnista. Työmaan käyttö- ja yhteiskustannusten muodostumista ja keskeytyskustannuksia ovat tutkineet mm. Rasmus¹ ja Poikonen². Käyttö- ja yhteiskustannusten muodostuminen Poikosen mukaan on esitetty kappaleessa 5.2 ja Rasmuksen esittämä laskentalomake liitteessä 1.

¹ Rasmus (1987)

² Poikonen (1987) ja Poikonen-Kiiras (1989)

Jotkut seisonta-ajan toimenpiteistä ovat vaihtoehtoisia, joten myös kustannukset näiltä osin ovat erilaisia. Esimerkkinä vaihtoehtoisista toimenpiteistä on koneiden siirto pois työmaalta ja tai niiden vuokrauksen jatkaminen keskeytyksen ajan. Vaihtoehtoisten toimenpiteiden kustannukset otetaan huomioon kustannuksia arvioitaessa¹. Keskeytyskustannuksia lisäävä tekijä on keskeytyksestä aiheutuva työmenekin kasvu, ja häiriintyneen tahdistuksen takia syntyneet kustannukset.

¹ Rasmus (1987) s. 41

4. KRIISIT JA NIIDEN VAIKUTUKSET

4.1 Kriisit

Tuottavuuden häiriintymisen aiheuttavasta häiriöstä käytetään nimeä kriisi. Häiriöstä aiheutunut tehtävän myöhästyminen siirtyy seuraaviin tehtäviin riippuvuuksiensa mukaisesti, ellei tuotantoa ohjata.

4.2 Tuottavuushäiriöt

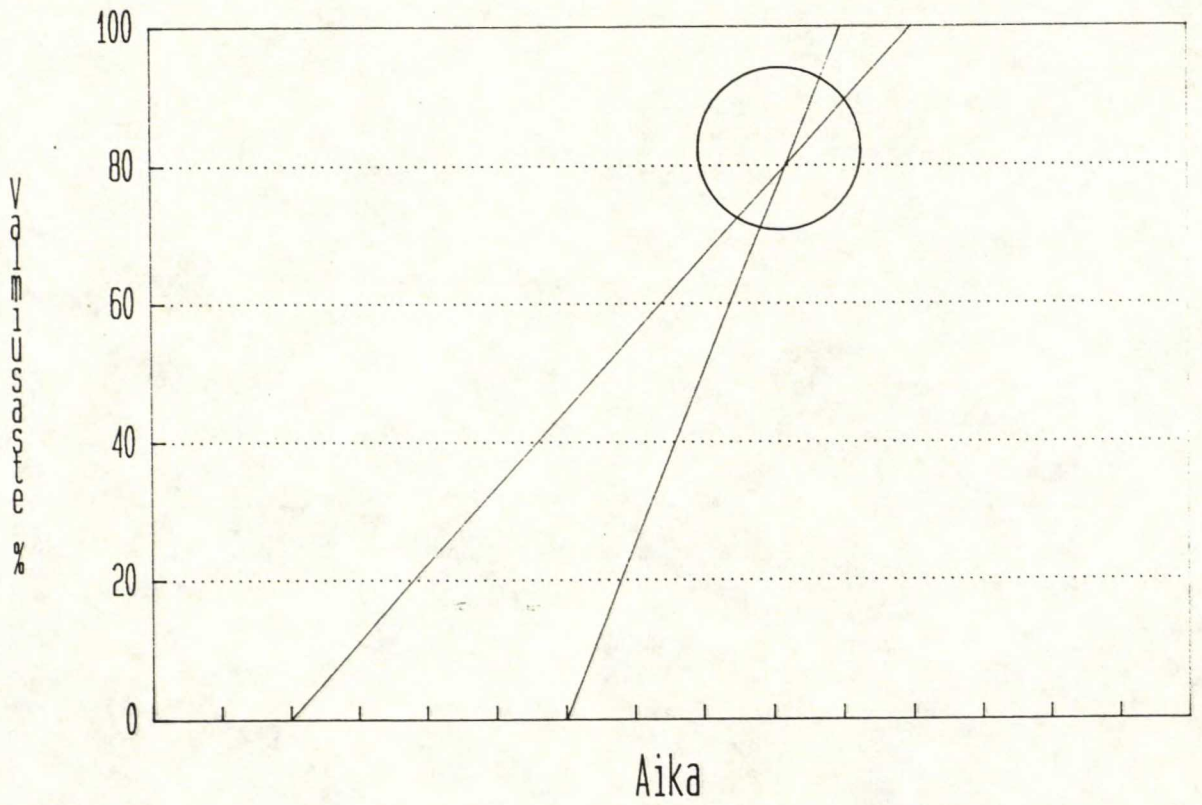
Tuottavuushäiriöllä¹ tarkoitetaan työn keskeytymistä tai viivästymistä, joka aiheutuu edeltävässä limitetyssä kriittisessä tehtävässä olleesta häiriöstä. Tuottavuushäiriö edellyttää loppu-loppu-riippuvuuden olemassaoloa kahden kriittisen tehtävän välillä, ja se ilmenee työkohteiden eli mestan loppumisena. Tuottavuushäiriöiden syitä ovat mm. kriittisten tehtävien väärä tahdistus (kuva 10), tehtävien huonosti ajoitetut aloitukset (kuva 11), ja tuotantonopeuden poikkeamat suunnitellusta (kuva 12). Tuottavuushäiriöt heijastuvat rinnakkaisiin loppu-loppu-riippuviin tehtäviin riippuvuuksiensa mukaisesti lyhentyen tehtävien välillä olevien pelivarojen verran. Tuottavuushäiriö aiheuttaa varsinkin urakkapalkalla toteutetussa työssä odotustunteja, ja työn myöhästymisen.

4.3 Häiriön ohjaustoimenpiteet

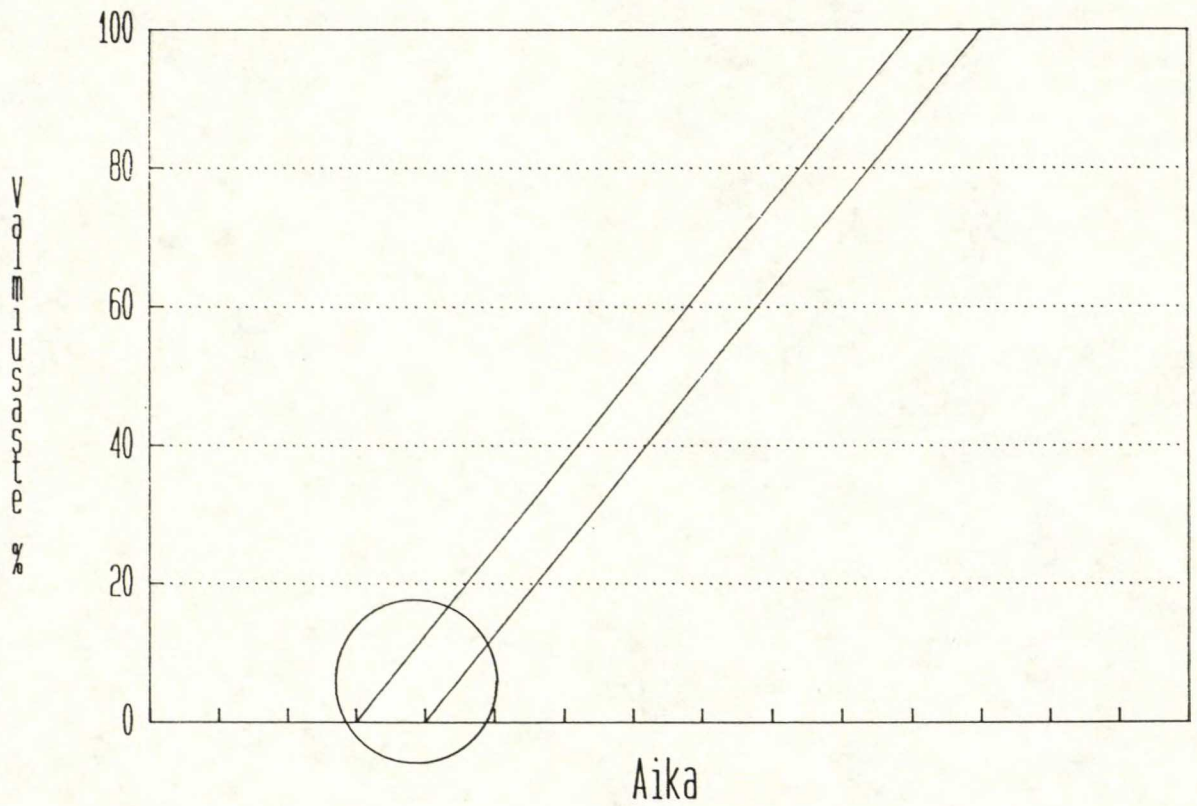
Työnaikainen ohjaus² on toimenpiteiden säätelyä ja toimenpiteitä asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi, ja se

¹ Vehkaoja (1988) s. 35-36

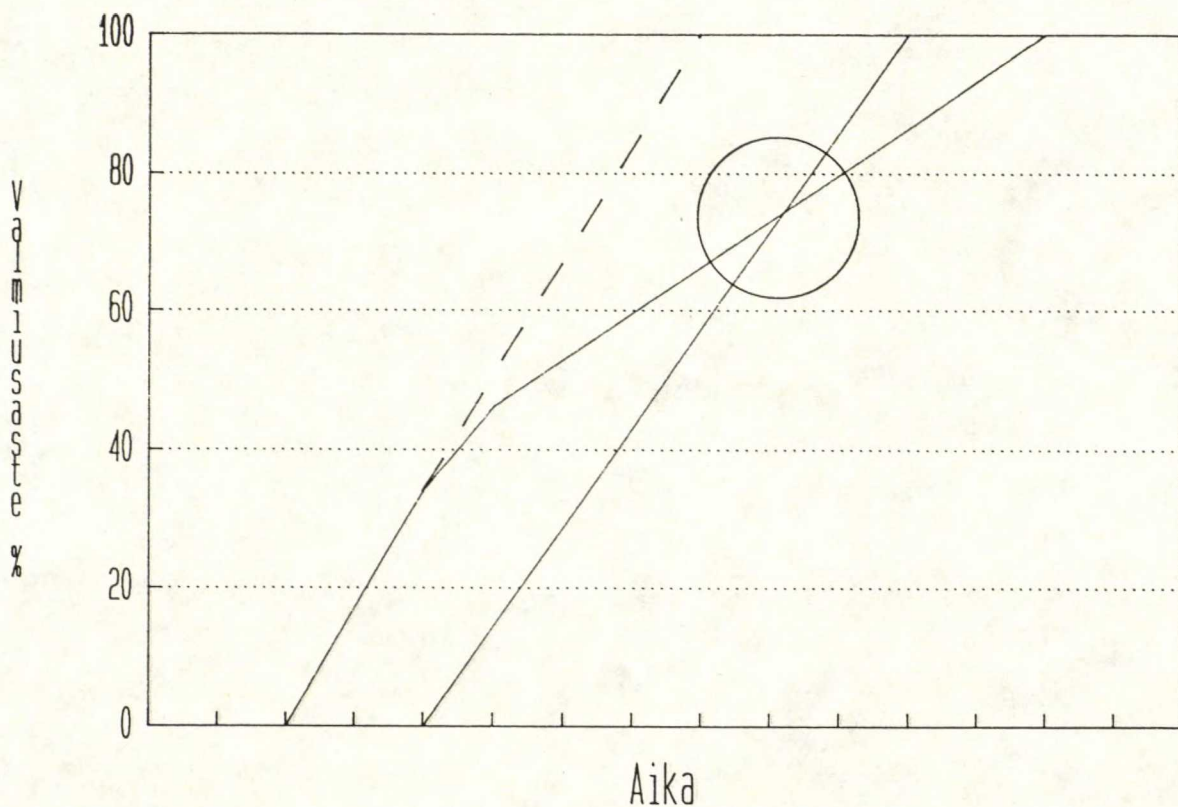
² Wegelius (1988) s 85



Kuva 10: Kriittisten tehtävien määrän tahdistuksen aiheuttama tuottavuushäiriö.



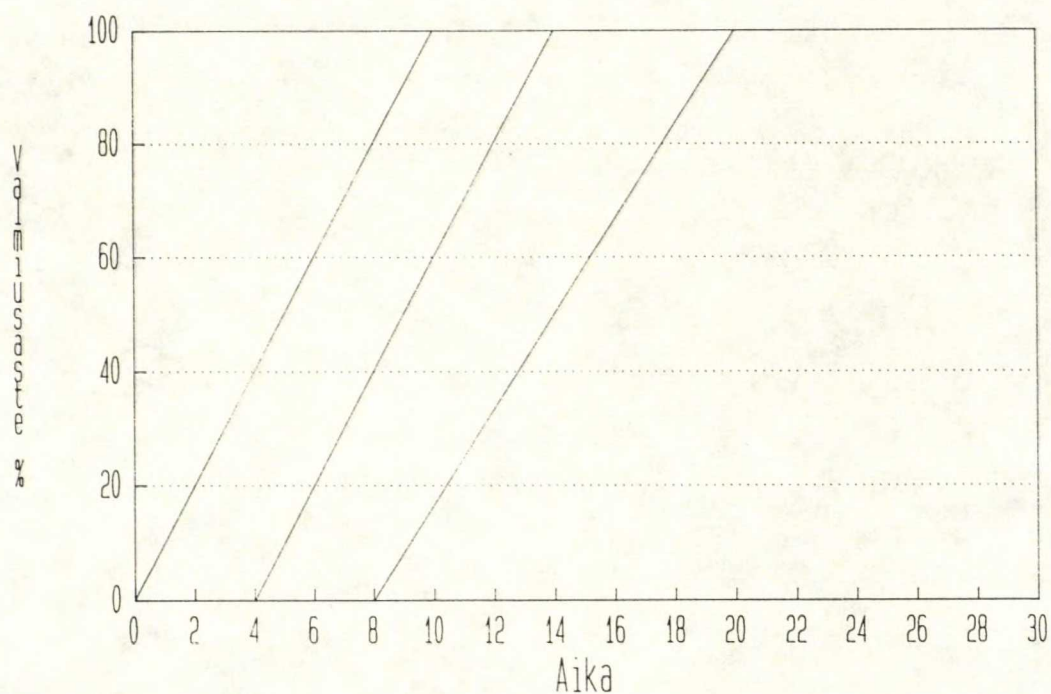
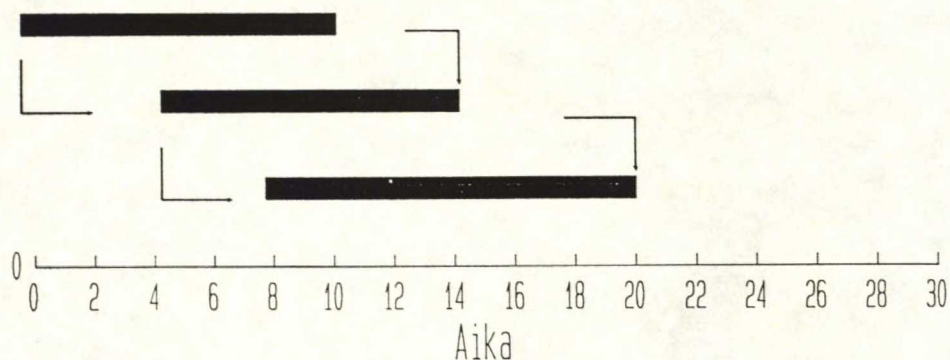
Kuva 11: Tehtävien määrän ajoitettujen aloitusten aiheuttama tuottavuushäiriö.



Kuva 12: Suunnitellusta poikkeavan tuotantonopeuden aiheuttama tuottavuushäiriö.

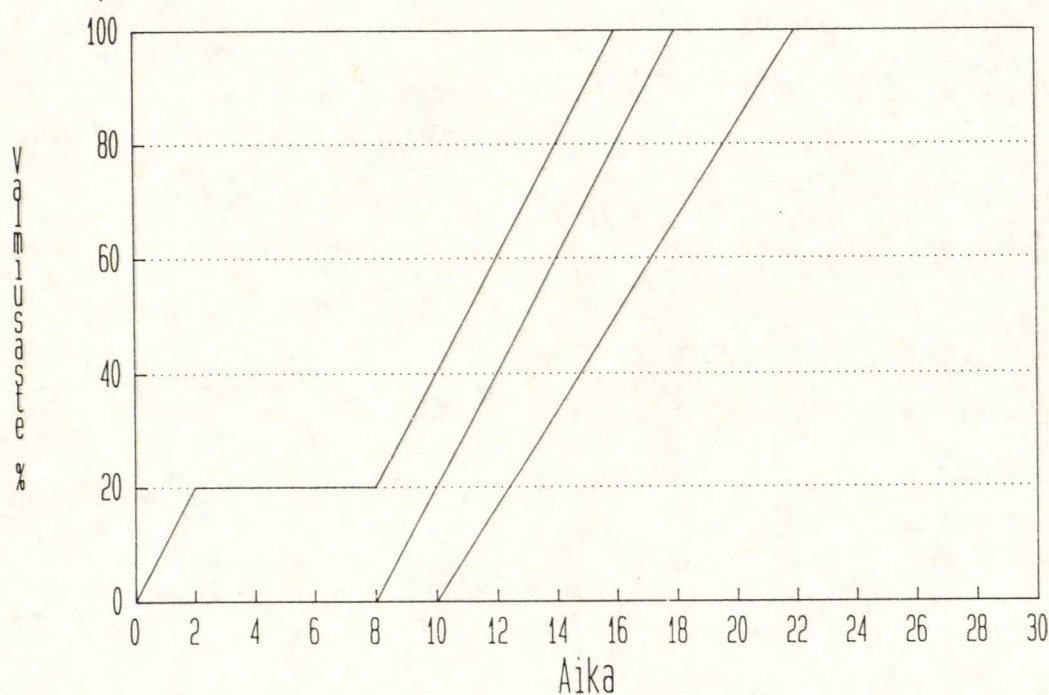
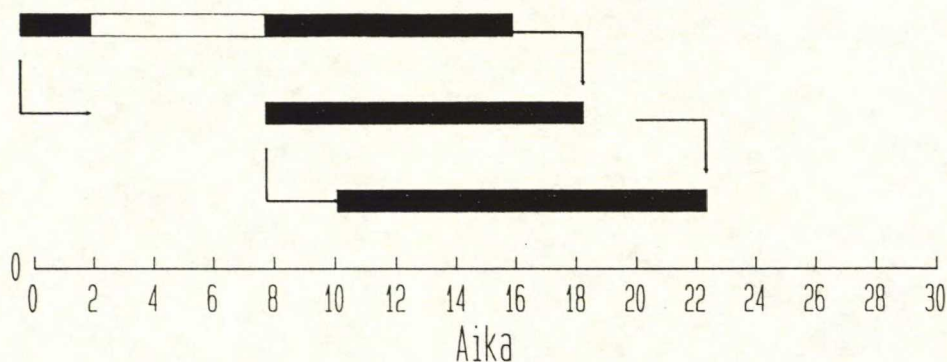
tehtävä	kesto	aik. aloitus	riippuvuusmatriisit					
			alku-alku			loppu-loppu		
			päiviä			päiviä		
			1	2	3	1	2	3
1	10	0						
2	10	4	2			2		
3	12	8		2			2	

Taulukko 6: Kolmen tehtävän esimerkkitaulun (kuvat 13, 14 ja 15) riippuvuudet. Tehtävillä 1-2 ja 2-3 on alku-alku- ja loppu-loppu-riippuvuudet.



Kuva 13: Tuotantoaikakaavio taulukon 1 mukaiselle kolmen tehtävän hankkeelle, jossa ei ole häiriöitä.

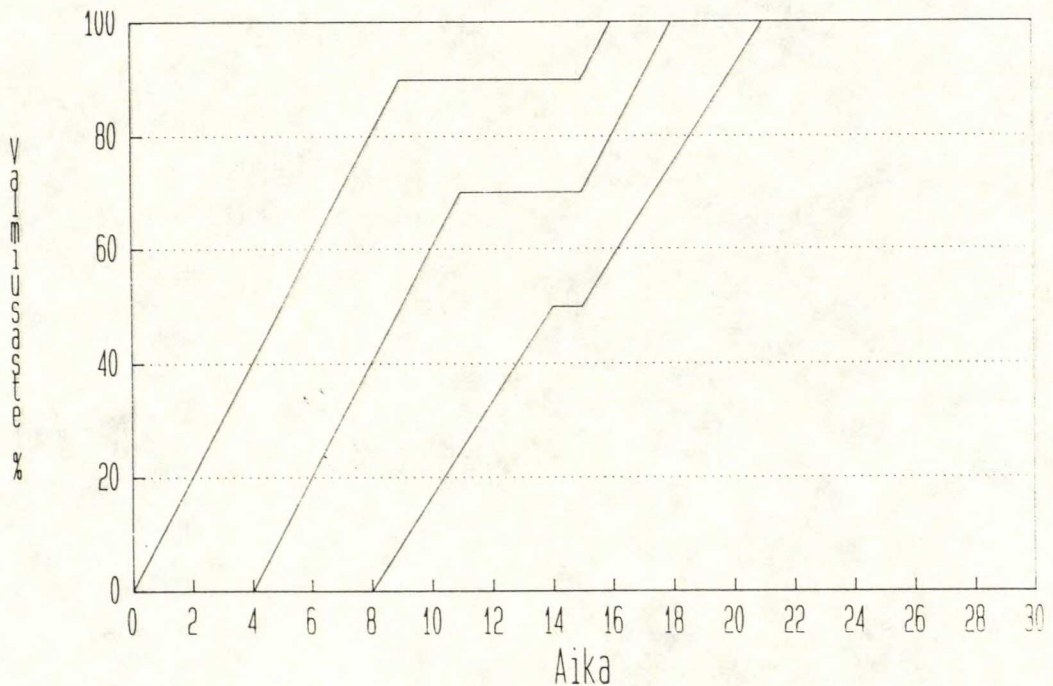
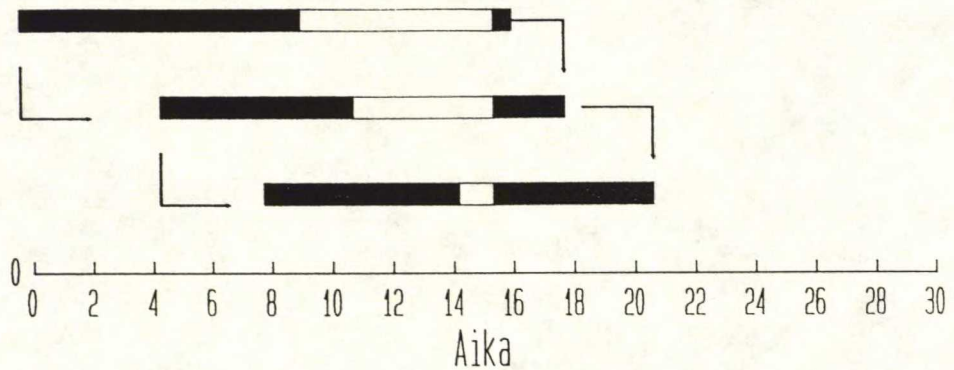
tapahtuu valvomalla tuotannon tahdistusta tuotantoaikakaavioiden avulla. Ohjauksella minimoidaan häiriön kesto ja häiriön vaikutukset häiriintyneestä tehtävästä riippuviin tehtäviin, ja etsitään keinot häiriön korjaamiseksi. Ohjaus käsittää poikkeamien havaitsemisen riittävän nopeasti, poikkeamien syyn selvittämisen välittömästi ja toimenpiteisiin ryhtymisen poikkeamien korjaamiseksi. Valvonta ja ohjaus kohdistetaan tuotantoon ja resursseihin, ei kus-



Kuva 14: Häiriö tehtävässä 1 ennen seuraavan tehtävän (2) alkua. Tuottavuushäiriön välttämiseksi seuraavan tehtävän alkua lykätään riippuvuuksiensa mukaisesti.

tannuksiin ja menekkeihin¹. Jos häiriö sattuu ennen kuin seuraava häiriintyneestä tehtävästä riippuva tehtävä alkaa, voidaan tuottavuushäiriö estää siirtämällä seuraavan tehtävän alkua tehtävien riippuvuuksien mukaisesti (kuva 14). Jos häiriö sattuu seuraavan riippuvan tehtävän

¹ Soini (1988) s. 36



Kuva 15: Häiriö tehtävissä 1 tehtävien 2 ja 3 jo alet-
tua. Seurauksena tuottavuushäiriöt tehtävissä 2 ja 3,
häiriön suuruus siirtyy riippuvuuksien mukaisesti, eli
vähennettynä käytettävissä olevilla pelivaroilla.

alettua vaikuttaa häiriö myös seuraaviin tehtäviin niiden riippuvuuksien mukaisesti (kuva 15). Tehtävän sijaitessa kriittisellä polulla, voi häiriöstä seurata koko hankkeen myöhästyminen.

Valvonnan ja ohjauksen tavoitteena on ryhtyä toimenpi-
siin heti häiriön havaitsemisen jälkeen ennen häiriön

kutuksia muihin tehtäviin¹.

Hankkeen ohjausmenetelminä käytetään aloitus- ja tuotantonopeusohjausta. Aloitusohjauksella tehtävien aloitus pidetään suunnitellussa sallimalla aloitukselle tietty viive, mutta sen jälkeen ryhtymällä toimenpiteisiin. Tuotantonopeusohjauksessa resurssien (myös aliurakoitsijoiden) määrää muutetaan, lisätään tai vähennetään, tuotannon pitämiseksi suunnitellussa aikataulussa.

Häiriön korjaustoimenpiteinä käytetään tuotantonopeusohjauksen lisäksi tehtävien tai työkohteiden aikataulun uudelleensuunnittelua, tehtävien suoritusjärjestysten muutoksia ja työmenetelmien vaihtamista². Aikataulultaan joustavassa hankkeessa ei-kriittisten tehtävien kohdalla voidaan myöhästymisten kiinniotossa käyttää ei-kriittisten tehtävien välillä olevia pelivaroja tai tehtävien välisiä varatyökohteita, joka tosin saattaa muuttaa hankkeen kriittistä polkua tekemällä ei-kriittisistä tehtävistä kriittisiä. Jos myöhästymisiä ei oteta kiinni, vaan käytetään hankkeessa tehtävien välillä olevia varaumia tuotantohäiriöitä varten, tuleviin häiriöihin käytettävät varaukset pienenevät, ja toistuvien häiriöiden tapauksessa hankkeen loppuvaiheen aikataulussa niitä ei enää ole.

4.4 Työvaiheen edistymisen katkaisevan kriisin vaikutusten mallintaminen

4.41 Simulointimalli

Kriisien vaikutuksia hankkeiden läpivientiin, aikatauluun ja kustannuksiin on tutkittu Lotus-toimintaverkkosimulaat-

¹ Kiiras (1988) Opas...

² Wegelius (1988) s. 35

torilla¹, joka simuloi toimintaverkkoja Monte Carlo -menetelmällä annettujen tehtävien riippuvuuksien ja satunnaisluvuilla määräytyvien annetuissa rajoissa olevien vaihteluvälien sisällä, ja sillä tutkitaan kriisin vaikutusta koko hankkeen myöhästymiseen ja tuottavuushäiriöihin.

Käytetty simulaattori voi käsitellä 20 kriittistä tehtävää ja se ottaa huomioon tehtävien valitut alku-alku-, loppu-loppu- ja loppu-alku-riippuvuudet, tehtävien aikaisimman aloitusajankohdan, tehtävien aloituksen vaihteluvälin ja tehtävien keston vaihteluvälit. Simulointi tapahtuu tehtävien aloituksen ja kestojen vaihteluvälin avulla, eli jakauma on tasainen². Simulointi lähtee periaatteesta, että mikään tehtävä ei ala ennen suunniteltua. Malli suorittaa tehtävät annetussa järjestyksessä, joten aikataulun uudelleensuunnittelu kriisin vaikutusten pienentämiseksi ei ole ollut mahdollista.

Simulaattori laskee riippuvuustaulukkojen mukaan jokaiselle tehtävälle aikaisimman mahdollisen aloituksen. Lisäämällä niihin tehtävien kestot saadaan tehtävien aikaisimmat mahdolliset lopetusajankohdat. Näin saadaan koko hankkeen aikaisin mahdollinen aloitus ja lopetus. Joka tehtävälle taltioidaan sen aikaisimman mahdollisen lopetuksen jakauma suhteessa suunniteltuun lopetukseen.

Tehtävien kesto simuloidaan toimintaverkkona ja tuottavuushäiriöt kahden loppu-loppu-riippuvuuden omaavan tehtävän toisilleen aiheuttamana häiriönä siten, että seuraava tehtävä voi joutua pidennetyksi edeltävän tehtävän kestoista riippuen. Ohjelma tallentaa lukumäärät, jolloin tuottavuushäiriö esiintyy ja tuottavuushäiriöiden summat tehtävittäin.

Malli simuloi annettua toimintaverkkoa halutun kierrosmäärän. Tässä tutkimuksessa simulointikierrosten määränä on

¹ Kiiras (1988) Lotus..

² Vehkaoja (1987) s. 29

käytetty sataa. Sadan simulointikierroksen perusteella saadaan kunkin tehtävän lopetusten hajonnat suhteessa alkuperäiseen aikatauluun, keskimääräiset tuottavuushäiriöiden suuruudet, yksittäisten tehtävien ja koko hankkeen keskimääräinen myöhästyminen.

Mallin antamien tulosten perusteella voidaan laskea tuottavuushäiriöiden aiheuttamat kustannukset, urakka-ajan ylityksestä johtuva sopimussakko, ja ohjaustoimenpiteiden aiheuttamat ylityökustannukset. Näiden perusteella voidaan arvioida koko kriisin aiheuttamia kustannuksia.

4.42 Kriisien käsittely

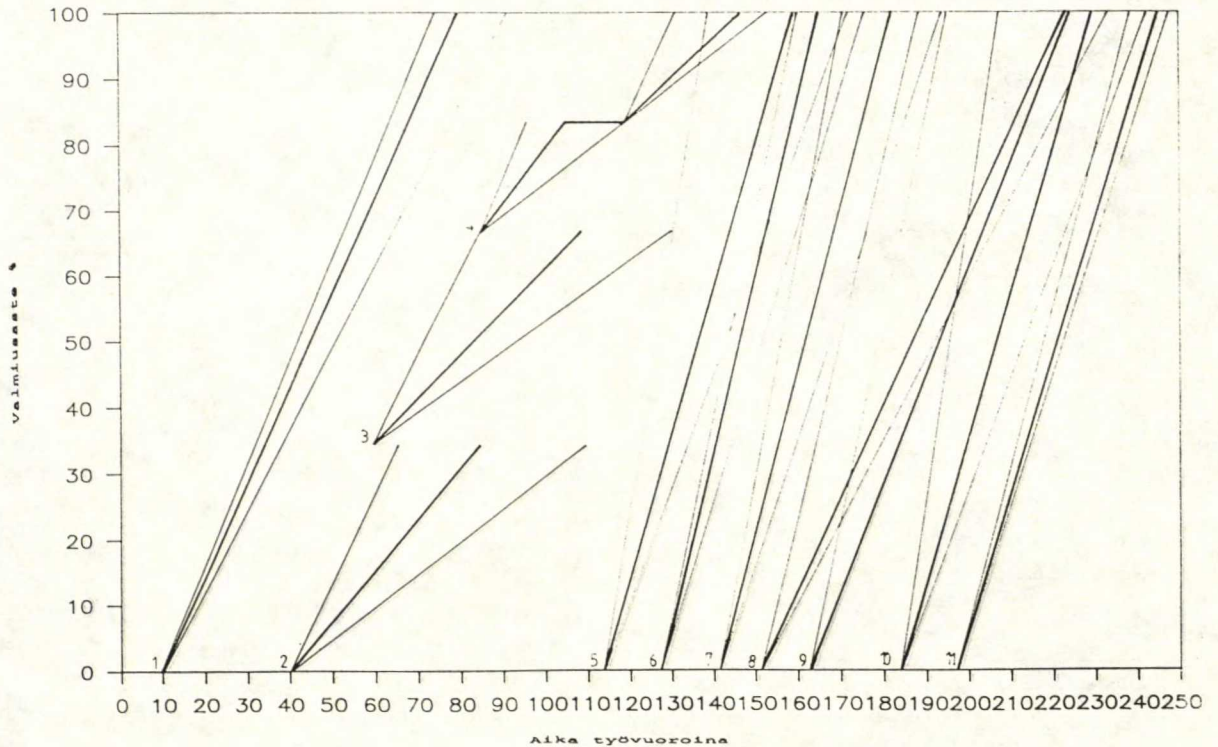
Mallissa on kriisiä kuvattu tarkasteltavan tehtävän keston pidentymisenä.

Hankkeiden ohjauksella on tutkittu erilaisten ohjaustasojen vaikutusta hankkeen kokonaiskustannuksiin, ja kriisin aiheuttaessa hankkeen myöhästymisen on ohjauksella pyritty pitämään hanke alkuperäisessä aikataulussaan. Ohjaustoimenpiteinä on käytetty tuotantonopeusohjausta, ylitöitä ja työryhmien lukumäärän muuttamista, ja toimenpiteet on kohdistettu kriittisiin tehtäviin. Ohjauksen merkitystä on tutkittu simuloimalla hankkeiden läpimenoa normaalia ohjaustasoa olevalla ja ideaalisella ohjauksella, sekä yhdessä kohteessa täysin ohjaamattomana. Ideaalisessa ohjauksessa ohjaustoimenpiteinä käytettiin aloitusohjausta ja suuremmissa hankkeissa myös tuotantonopeusohjausta. Tuotantonopeusohjausta käytettäessä tehtävien keston vaihtelut voivat olla kestoa lyhentävään suuntaan enintään 1 viikko ja sitä pidentävään suuntaan enintään häiriön havaitsemiseen, toimenpiteisiin ryhtymiseen ja toimenpiteiden vaikuttamiseen kuluvat 2 viikkoa suunnitellusta. Pienessä kohteessa on ohjausteorian mukaisen tuotantonopeusohjauksen käyttö vaikeaa, koska tehtävien kestot ovat

SIMULOINTIESIMERKKI

SATUNNAINEN TOTEUTUMATAPAUUS TEHTÄVIEN VAIHTELUVÄLÄÄ
KUVAAVINE VERHOKÄYRINEEN

LOYHÄSTI OHJATTU ASUINKERROSTALOHANKE
KOLMANNEN OSAKOHTEEN RUNKOTOISSÄ (TEHTÄVÄ NO 4)
16 PÄIVÄN KRIISI



Kuva 16: Esimerkki simulointikierroksesta, kuvassa näkyvät normaalilla ohjaustasolla ohjatun hankkeen tehtävien valmiusaste ajan suhteen ja niiden vaihteluvälien verhokäyrät, sekä verhokäyrien sisällä satunnaisesti määritetty simuloitu toteutuma.

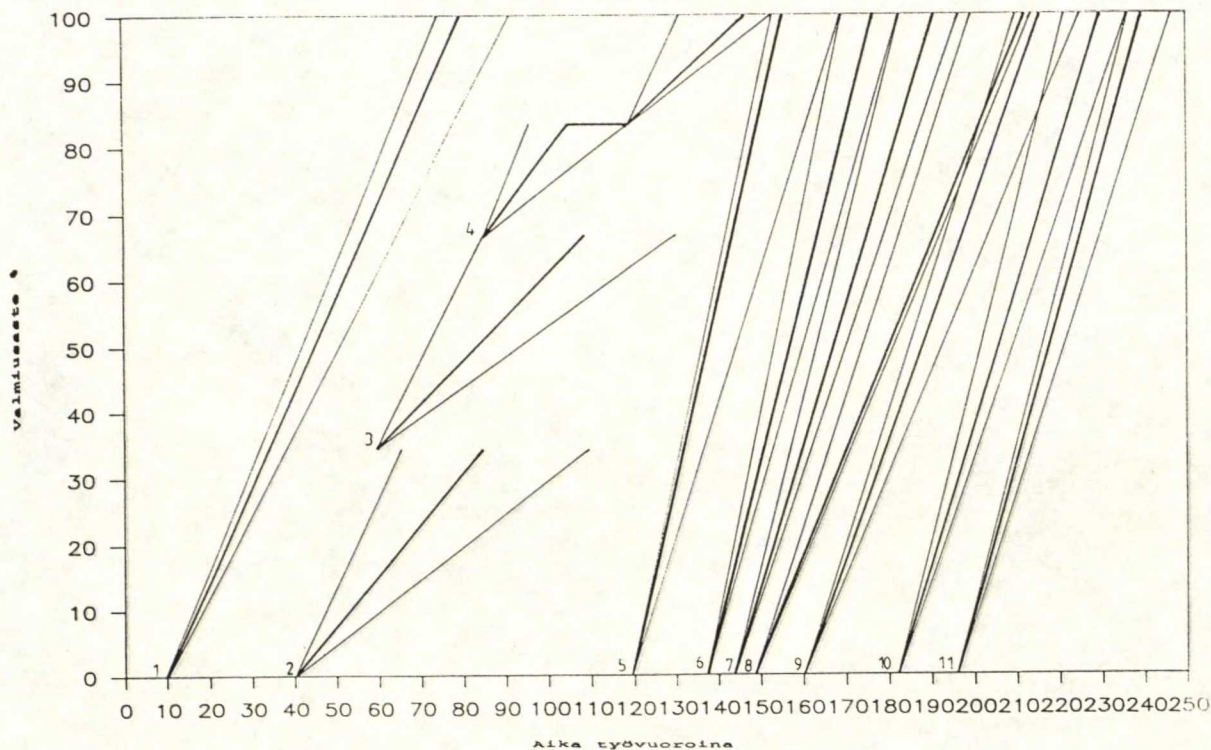
niin lyhyitä, ettei ohjaus ehdi vaikuttaa. Normaalilla tasoa vastaava ohjaus salli tehtävien keston vaihtelut empiirisestä aineistosta saatujen ohjausteorian mukaisia arvoja oleellisesti suuremmissa vaihteluväleissä. Vertaamalla erilaisilla ohjaustasoilla ohjattua hanketta voidaan tehdä taloudellisuusvertailuja myös ohjauksen vaikutuksesta.

Hankkeen myöhästyessä kriisin vaikutuksesta on simulointi uusittu lisäksi kriisin jälkeisten kriittisten tehtävien resursseja niin, että hankkeen alkuperäinen aikataulu on saatu kiinni.

SIMULOINTIESIMERKKI

SATUNNAINEN TOTEUTUMATAPAUUS TEHTÄVIEN VAIHTELUVALIA
KUVAAVINE VERHOKÄYRINEEN

KOLMANNEN OSAKOHTTEEN RUNKOTOISSÄ (TEHTÄVÄ NO 4) 15 PÄIVÄN
KRIISI, JONKA JÄLKEEN HANKKEEN AIKATAULU SUUNNITELTIIN
UUELLEEN JA HANKKEEN ETENEMISTÄ OHJATTIIN TIUKASTI



Kuva 17: Esimerkki simulointikierroksesta, ideaalisesti ohjattu ja kriisin jälkeen uudelleensuunniteltu hanke.

4.43 Tarkastellut hankkeet

Tutkimuksessa simuloidut hankkeet ovat pieni asuinkerrostalorutiinikohde, pienestä rutiinikohteesta kolminkertaiseksi kasvatettu osakohteisiin jaettu asuinkerrostalohanke ja suuri sairaalakohde. Hankkeissa on verrattu kahden eri ohjaustason aiheuttamia eroja, ja tahdistettujen ja tahdistamattomien aikataulujen, sekä tehtävien keston vaihteluvälien merkitystä.

Erikseen on tutkittu kriisin vaikutuksia koko hankkeelle ketjutetussa ja limitetyssä työvaiheessa. Pienet kohteet ovat joko kokonaan tai osittain ketjutettuja (ketjutettuja ovat perustus- ja runkovaiheet, ja limitetty sisävalmis-

tusvaihe). Suuremmissa kohteissa kaikki tehtävät ovat liimitettyjä.

Simuloitavat aikataulut

Simuloitavat aikataulut on laadittu työvuoro- eli T3-aikojen mukaan. T3-aikaan eivät sisälly¹ suurhäiriöt, eli tuntia pitemmät keskeytykset eivätkä odotus- ja KTA-työ. Aikatauluissa ei myöskään ole huomioitu säähäiriöistä tai lomista aiheutuvia keskeytymisiä. Työryhminä on käytetty pienessä rutiinikohteessa minimityöryhmiä, ja osakohteisiin jaetussa rutiinikohteessa tarvittaessa näiden kerannaisia. Runkotyöt on yhdistetty kolmeksi tehtäväksi, joista jokaisen työsisältö on sama. Runkotyöryhmän kooksi on rutiinikohteissa valittu 8 miestä. Tuotantoaikakaaviot simuloiduista aikatauluista on esitetty liitteessä 2.

Pieni rutiinikohde on Talonrakennuksen Kustannustieto-kirjan viitekohde "urakkamuotoinen asuinkerrostalo". Kohde on paikallarakennettava asuinkerrostalohanke, jonka laajuus on noin 2400 brm² ja 7000 m³, ja sen aikataulu on melko hyvin tahdistettu. Kohteen pienuudesta johtuen on aikataulun laadinnassa on käytetty minimityöryhmiä, joita ei voi pienentää, joten kaikkien tehtävien tuotantonopeudet eivät ole vakioita. Aikataulussa on runkotyöt jaettu kolmeen osaan, muut kriittiset työvaiheet on esitetty kukin yhtenä tehtävänä. Rakennusteknisten töiden työmenekki noin 12400 h ja rakennusaika on noin 160 työvuoroa. Urakkasumma on 11 miljoonaa markkaa.

Osakohteisiin jaettu kohde on tehty kolminkertaistamalla pieni rutiinikohde. Kohde on paikallarakennettava noin 7200 brm² 21000 m³ asuinkerrostalohanke. Kohteen aikataulua laadittaessa on tehtävät ja niiden väliset riippuvuudet pidetty runkotöitä lukuunottamatta samoina kuin pienessä rutiinikohteessa. Hankkeen urakkasumma on 33

¹ Kiesvaara (1988) s. 5

miljoonaa markkaa. Rakennusteknisten töiden työmenekki on noin 37000 h.

Osakohteisiin jaetusta hankkeesta verrattiin kolmea aikataulua:

- Aikataulu 1) on laadittu samoin perustein ja samaan kireysasteeseen kuin pienemmänkin hankkeen aikataulu, runkotyöt on esitetty kolmena osakohteena, jotka etenevät limitettyinä. Aikataulu on hyvin tahdistettu käyttäen tarvittaessa työryhmien kerrannaisia kriittisten tehtävien kestojen lyhentämiseen ja tahdistamiseen.
- Aikataulu 2) on tehty aikataulun 1 pohjalta kaksinkertaisin työryhmin. Tehtävien aloitusajankohdat on säilytetty samoina kuin aikataulussa 1, mutta työryhmien koot ovat kaksinkertaiset. Näinollen tehtävien aloitusvälit eivät ole muuttuneet.
- Aikataulu 3):ssa on tehtäviä aikaistettu ja viivästetty siten, että siitä on tullut häiriöherkempi. Joidenkin tehtävien aloituksilla ja lopetuksilla ei ole riittäviä välejä, toiset tehtävät taas ovat liian lähellä tai liian kaukana toisistaan.

Kukin aikataulu on laadittu samaan kireystasoon pienen ruutiinikohteen suhteen, ja rakennusaika on kussakin aikataulussa noin 240 työvuoroa.

Erityiskohde on elementtirakenteinen noin 24500 brm² 96000 brm³ sairaalahanke, jonka rakennusteknisten töiden työmenekki on noin 200000 h ja rakennusaika on kireä, noin 320 työvuoroa. Urakkasumma on noin 110 miljoonaa mk. Kohteen aikataulut on suunniteltu OPAS-menettelyn mukaan ja tehtävät on tahdistettu siten, että niiden häiriöherk-

kyys on pieni. Myös mestan ja varamestan olemassaolo on aikataulua laadittaessa otettu huomioon.

Rutiinikohteissa simulointiin on valittu 15 kriittistä tehtävää, joista on simuloitu viiteen tehtävään sattuvaa kriisiä. Tutkittavat työ- tai rakennusvaiheet ovat perustustyöt, runkotyöt, levyväliseinät, tasoitetyöt ja matto-työt.

Erityiskohteen aikataulussa on 18 kriittistä tehtävää, joista on simuloitu neljään tehtävään sattuvaa kriisiä: elementtirunkotyöt, levyväliseinät, alakattotyöt ja kalustetyöt.

Simuloinnissa kriisiä kuvattiin sijoittamalla kyseisten tehtävien keskelle 5, 10, 15, 20, 25 ja 30 päivän suuruiset keskeytykset, joiden perusteella saatiin sekä viivästymisen vaikutus koko hankkeeseen, että tuottavuushäiriöt.

4.44 Kustannusten laskentaperusteet

Kriisien aiheuttamien kustannusten laskennassa on otettu huomioon:

- tuottavuushäiriökustannukset
- ohjaustoimenpiteiden aiheuttamat kustannukset (ylityöt, urakkatöiden keskeyttämisestä johtuvien odotustuntien kustannukset)
- urakka-ajan ylityksestä johtuva sopimussakko ja
- työmaan käyttö- ja yhteiskustannusten kasvu.

Kriisin aiheuttamia kustannuksia laskettaessa on huomioitu aikatauluista johtuva ilman kriisiä oleva myöhästymisherkkyys ja tuottavuushäiriöiden suuruus ilman kriisiä.

Keskituntiansiona on laskelmissa käytetty 73 mk, joka

koostuu SRTL:n¹ tilastojen mukaisesta KTA:sta 45.92 mk/h lisättynä 58.8 %:n sosiaalikululuilla (v. 1988).

Tuottavuushäiriökustannukset on laskettu kertomalla simuloitiohjelman antamien keskimääräisten tuottavuushäiriöiden suuruus häiriintyneen tehtävän työryhmän suuruudella ja keskituntiansiolla (73 mk). Tutkimuksen hanke- ja pääurakoitsijakohtain näkökulman takia ei tuottavuushäiriökustannuksia katsottu syntyvän alaurakkoina suoritettaviin tehtäviin, vaikkakin ne pitkällä tähtäyksellä vaikuttavatkin alaurakoitsijoiden hinnoitteluun.

Myöhästymishäiriöiden ohjaustoimenpiteinä käytetyt ylityöt on hinnoiteltu laskemalla ylityölisäksi 100 %.

Työmaan käyttö- ja yhteiskustannusten laskennassa urakan keston pidentymisajalta on käytetty Poikosen-Kiiraksen² esittämää keskeytyskustannusmallia (kpl 5.3). Keskeytysajankohdaksi on oletettu maaliskuu ja alueeksi 1.

Kaikki tehtävät on oletettu tehtäväksi urakkatyönä ja niiden keskeytymisestä johtuvat kustannukset on saatu laskeamalla kolmen päivän palkkakustannukset. Rakennusalan työehtosopimuksen mukaan kolmen päivän työntekijästä riippumattoman työn keskeytymisen jälkeen voidaan työsopimus purkaa. Odotusajalta on kuitenkin maksettava urakka-ajan palkka.¹

Ohjelmalla saatava koko hankkeen myöhästymisen on yksittäisten simulointikierrosten lopetusten keskiarvo ottaen huomioon myöhästymisten suuruudet. Urakka-ajan ylityksestä johtuva sopimussakko on 0.25 % urakkasummasta kultakin urakka-ajan ylittäneeltä täydeltä viikolta⁴.

¹ SRTL palkkatilastot v. 1988 1. neljännes, koko maa, miehet ja naiset

² Poikonen-Kiiras (1989) s. 102

³ Rakennusalan työehtosopimus 1988-1989 §24.4

⁴ Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1983 §20

4.45 Simuloinnin tulokset

Hankkeen häiriöherkkyyteen vaikuttavat hankkeen koko, ja ennenkaikkea aikataulun laatu. Pieni hanke on suurta herkempi häiriöille, ja samansuuruisen kriisin aiheuttama myöhästymisriski on pienessä hankkeessa suurempi kuin isossa.

Aikataulu

Aikataulun laatu, joustavuus, ohjattavuus ja tahdistustaso vaikuttavat kriisin aiheuttamien kustannusten määrään. Hankkeen myöhästyminen riippuu tehtävien elimityksistä, ja hanke myöhästyy eniten kriisien sattuessa tehtäviin, joilla ei ole hankkeen sisäisiä tehtävien välisiä pelivaroja. Kireä tai huonosti tahdistettu aikataulu on häiriöherkkä ja kriisien kustannukset ovat tällaisessa hankkeessa näinollen suuremmat kuin joustavalla hyvin tahdistetulla aikataululla. Lisäksi kriisin jälkeisten töiden uudelleensuunnittelulla voidaan kriisin aiheuttamia kustannuksia pienentää. Aikatauluilla on tietty tuottavuushäiriö- ja myöhästymisalttius, jotka kasvavat aikataulun kiristytessä. Kaksinkertaisilla työryhmillä laadittu samankertainen aikataulu on tuottavuushäiriöiden kannalta edullisempi peräkkäistyövaiheissa, mutta ohjaustoimenpiteiden kustannukset ovat siinä suuremmat ja niiden vaikutus on muita aikatauluja pienempi.

Kriisin aiheuttamat kokonaiskustannukset ja ohjauksen vaikutus niihin

Samassa työvaiheessa tapahtuvan kriisin aiheuttamien kustannusten suuruusluokka on erikokoisissa hankkeissa sama. Kustannusten hajonta on suuri, mutta se pienenee hankkeen loppua kohti, ja kasvaa kriisin pituuden ollessa 10-15 päivää suurempi. Ideaalisesti ohjatussa tuotannossa krii-

sin kokonaiskustannukset ovat pienemmät kuin normaalilla ohjaustasolla ohjatussa tuotannossa. Täysin ohjaamattomassa tapauksessa tuottavuushäiriöistä ja urakka-ajan ylityksestä johtuvat kokonaiskustannukset ovat kriisittömässäkin tapauksessa suuremmat kuin pitkienkin kriisien aiheuttamat kokonaiskustannukset muissa tarkastelluissa tapauksissa! normaalisti ohjaten kriisin kustannukset kasvavat jyrkästi kriisin pidentyessä, ja kasvu jyrkkenee 10-15 päivän kriisin jälkeen. Kokonaiskustannusten kasvun jyrkkenemisen taitepiste riippuu suunnitelmasta ja kohteesta. Ideaalisesti ohjatussa tuotannossa sitävastoin kokonaiskustannukset kasvavat tasaisesti kriisin pidentyessä kunnes kriisi aiheuttaa hankkeen urakka-ajan ylityksen. Urakka-ajan ylittyessä pääosa kustannuksista koostuu sakoista, ja käyttö- ja yhteiskustannusten sekä tuottavuushäiriöiden kasvu lisäävät kustannuksia. Ohjauksen vaikutukset kuten myös sen vaatimat resurssit kasvavat hankkeen koon kasvaessa. Suuri tuotantonopeus ja suuret työryhmät kasvattavat ohjaustoimenpiteiden kustannuksia ja vähentävät ohjauksen tehoa.

Kriisin aiheuttamat kokonaiskustannukset ovat ideaalisesti ohjattussa hankkeessa pienemmät kuin löyhästi ohjatussa hankkeessa. Pienessä hankkeessa kriisin kokonaiskustannukset ovat tiukasti ohjattuna suuremmat kuin suuressa rutiinikohteessa, mutta pienemmät kuin erityiskohteessa. Normaalisti ohjatun kriisin kokonaiskustannukset kasvavat hankkeen koon kasvaessa.

Erilaisten kriisien aiheuttamat tuottavuushäiriöt

Tuottavuushäiriöiden määrä kasvaa tasaisesti viivästymisen kasvaessa ja on sitä suurempi mitä aikaisempi limitetty häiriintynyt tehtävä on. Tuottavuushäiriöt keskittyvät tehtäviin, joilla on suuret limitykset ja pienet pelivarat. Lisäksi tuottavuushäiriöt heijastuvat usein rinnakkaisiinkin tehtäviin riippuvuuksiensa mukaisesti. Myöhästymisten torjunta tuotantonopeusohjauksella aikaansaa

tuottavuushäiriöitä, koska tehtävien limitykset muuttuvat.

Ohjauksen vaikutus tehtävien lopetusten hajontoihin

Ohjaus pienentää tehtävien lopetusten hajontoja. Hajontojen pienenemisen seurauksena myös tuottavuushäiriöiden suuruus on ohjatuilla hankkeilla pienempi. Hajonnat ovat suurimmat peräkkäistehtävissä ja pienenevät limitetyissä tehtävissä, sillä tehtävien limitykset pienentävät hajontoja.

4.46 Johtopäätökset

Suunnitelmat ovat erilaisia kriisiherkkyyden suhteen, joten hankkeen aikataulu vaikuttaa kriisin aiheuttamiin kustannuksiin. Tuotantosuunnitelmaltaan hyvin häiriöitä sietäväksi suunniteltu hanke kestää löyhästi ohjattunakin yhden kriisin, toisin kuin aikataulultaan häiriöaltis tiukasti ohjattu hanke. Pieni hanke on häiriöherkempi kuin suuri, ja pienessä hankkeessa kriisien kustannusvaikutus on tiukalla ohjauksellakin suurempi kuin suuremmissa hankkeissa. Kriisien kokonaiskustannukset ovat suurimmat ketjutetuissa rakennusvaiheissa (loppu-alku-riippuvuudet esim. runko- ja perustusvaiheissa) jos kriisin vaikutus pystytään rajoittamaan siten, ettei urakka-aika ylity. Urakka-ajan ylityksestä koituvat sopimussakot ovat suuremmat kuin myöhästymisen estävien ohjaustoimenpiteiden aiheuttamat kustannukset, mikäli ohjaustoimenpiteinä pystytään käyttämään työryhmien määrän muuttamista tai ylitöitä. Saman rakennusvaiheen eri työvaiheissa tapahtuvan kriisin aiheuttamien kokonaiskustannusten välillä ei ole merkittävää eroa. Ohjauksella saavutetaan kriisin vaikutusten torjunnassa merkittäviä kustannussäästöjä, kuten myös kriisin jälkeisen aikataulun uudelleensuunnittelulla. Ohjauksen merkitys on erityisen suuri erityiskohteissa.

Suurissa kriiseissä ohjauksen vaikutus korostuu koska tällöin toisistaan ei-riippuvien tehtävien suoritusjärjestys muuttuu, jolloin tehtävät kasaantuvat ja muuttuvat häiriöherkiksi. Luovutusvaiheen tehtävät ovat aina kriittisiä ja ne vaativat kokonaan oman ohjaustekniikkansa.

Missä tahansa kriittisessä tehtävässä tapahtuva kriisi vaikuttaa koko hankkeeseen. Koska tahdistettujen aikataulujen ja työnaikaisten ohjaustoimenpiteiden vaikutus kriisistä aiheutuviin kokonaiskustannuksiin on huomattava, tulee kriisin kokonaiskustannusten suuruus arvioida tahdistetuista aikatauluista ja ohjaustoimenpiteistä huolimatta aiheutuneiden kustannusten mukaan, eikä niitä voida pitää välillisinä kustannuksina.

Kriisin aiheuttamien kokonaiskustannusten ja urakka-ajan pidentymisen suuruus eri hankkeissa ja eri rakennusvaiheissa on esitetty kuvissa 18, 19 ja 20.

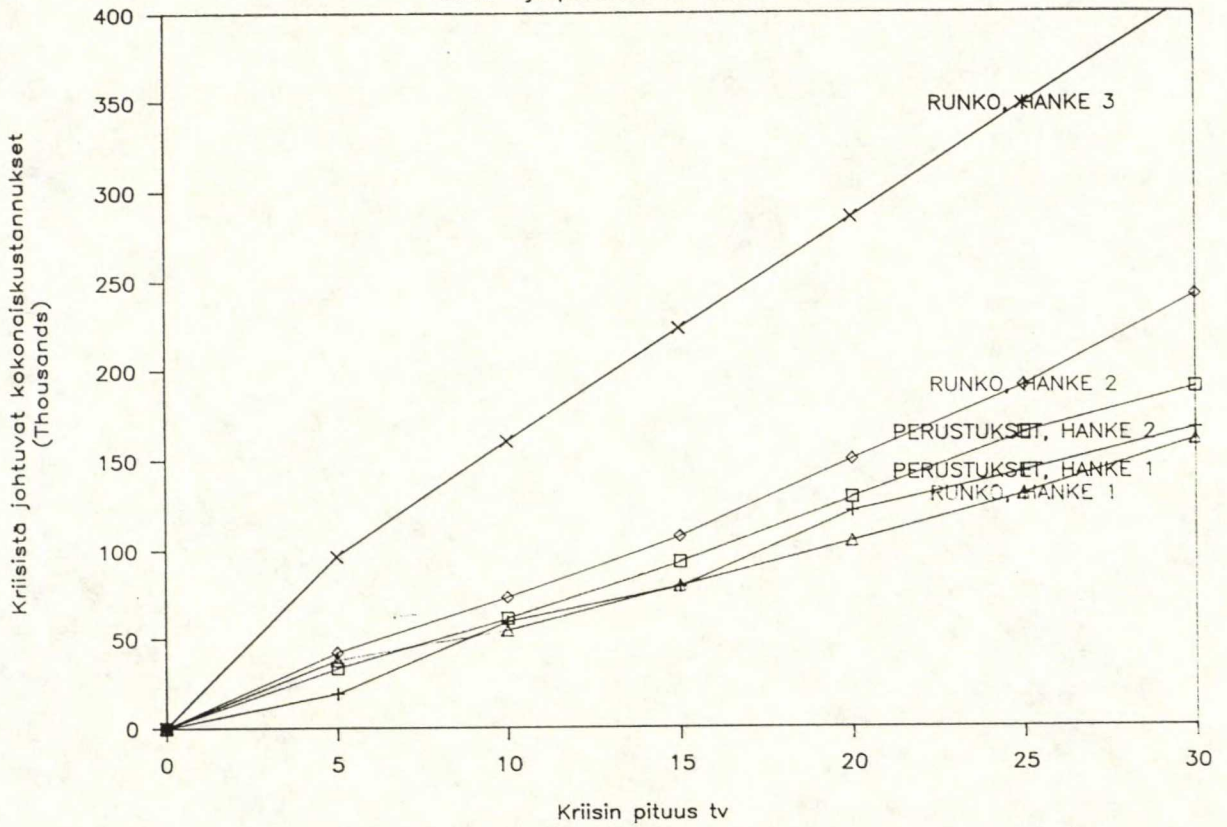
4.5 Aikataulut ja hankkeen häiriöherkkyys

Vahingon aiheuttama tuotannon häiriintyminen riippuu olennaisesti hankkeen tuotantosuosunnitelmista. Tuotantosuosunnitelmissa tulee ottaa huomioon häiriöiden torjunta jo etukäteen, korkea tuottavuus, pienet odotustöiden määrät, kaikkien töiden jatkuvuutes prosessina ja resurssien tasainen käyttö.

Hankkeen häiriöttömän ja suunnitelmien mukaisen läpiviemisen kannalta on työnsuunnittelussa oleellista, että suunnitelma ei ole häiriöaltis, suunnitelma yhtyy tavoitearvioon ja että suunnitelma on ohjattavissa työn aikana. Ohjaus taas edellyttää sitä palvelevaa työnsuunnittelua ja suunnittelun toteutuminen taas edellyttää työnaikaista ja jatkuvaa valvontaa ja ohjausta.

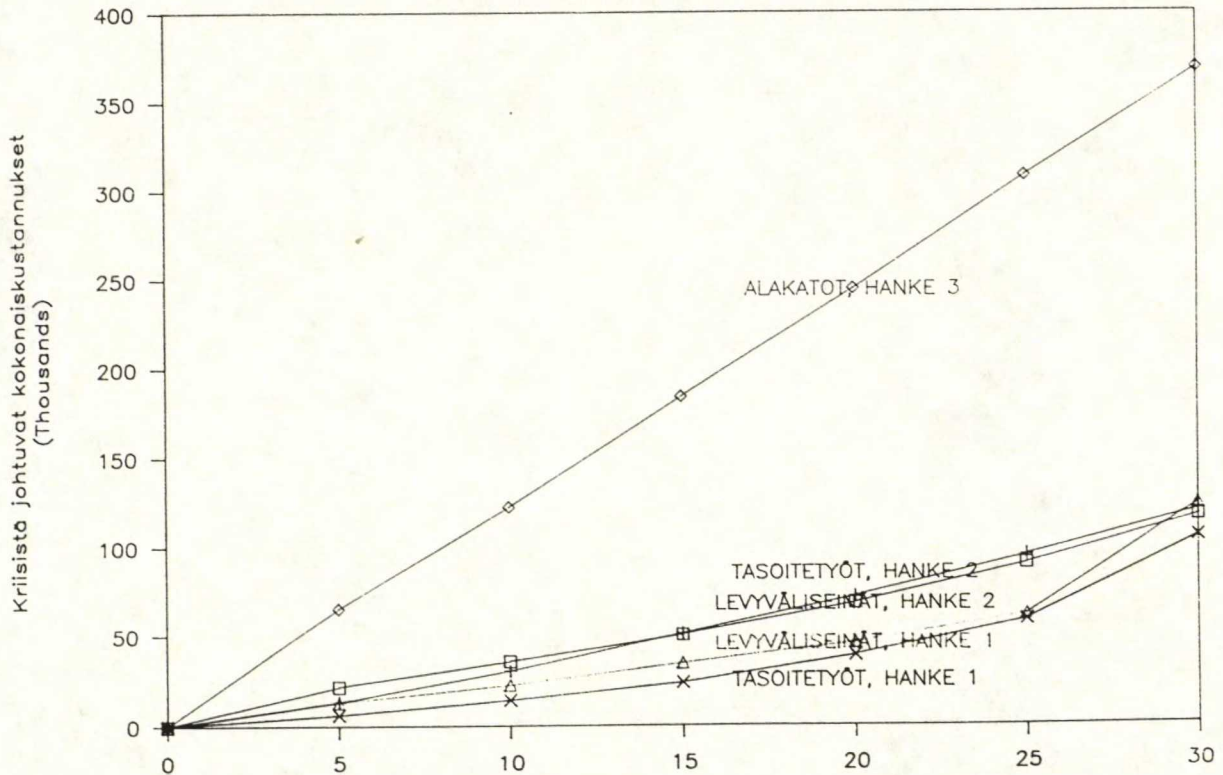
KRIISISTÄ JOHTUVAT KOKONAISKUSTANNUKSET

Runko- ja perustusvaiheiden vertailu



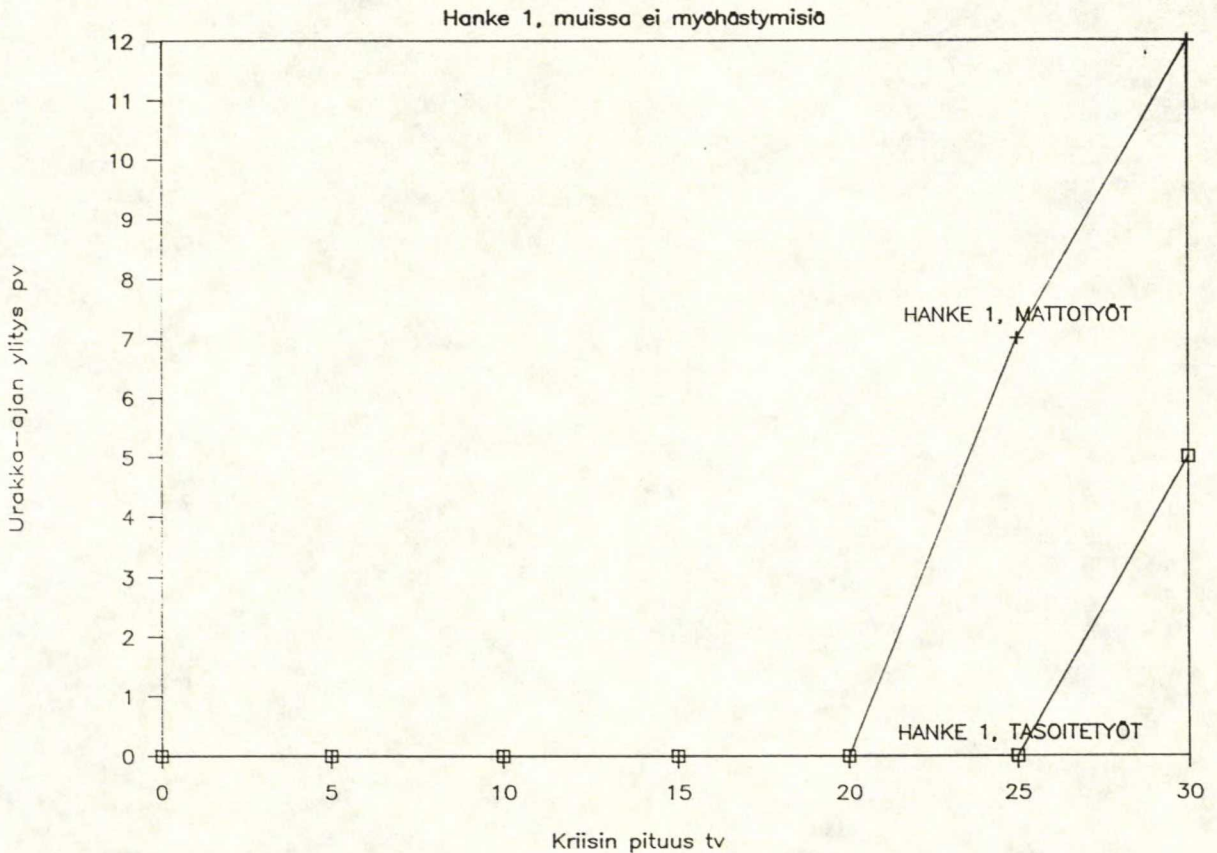
Kuva 18: Kolmen eri hankkeen vertailu kriisin aiheuttamien kokonaiskustannusten suhteen perustus- ja runko-vaiheissa. Hanke 1 on pieni rutiinikohde, hanke 2 osakohteisiin jaettu rutiinikohde ja hanke 3 on erityiskohde.

Sisävalmistusvaiheen vertailu



Kuva 19: Kolmen eri hankkeen vertailu kriisin aiheuttamien kokonaiskustannusten suhteen sisävalmistusvaiheissa.

KRIISISTÄ JOHTUVA URAKKA-AJAN YLITYS



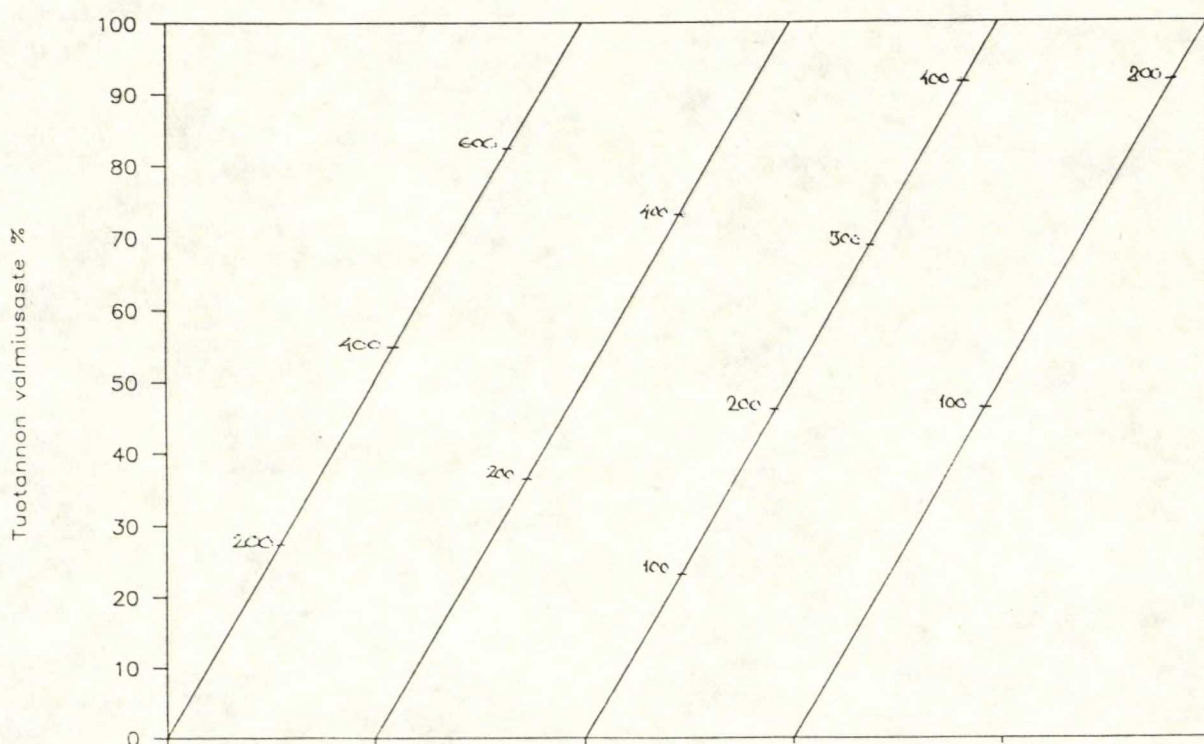
Kuva 20: Kriisistä johtuva urakka-aajan ylitys hankkeelle 1. Muissa tarkastelluissa hankkeissa ei urakka-aika kriisin takia ylittynyt.

Hankkeiden ohjaus ja valvonta asettavat käytettävälle aikatauluille omat vaatimuksensa. Yleisimmin käytössä olevat jana-aikataulut eivät mahdollista tehtävien tahdistusta, eivätkä työkohde- tai tuotantonopeustarkastelua, kuten eivät toimintaverkkotekniikkaankaan perustuvat aikataulut¹. Häiriöherkkyys ja työkohderiippuvuudet voidaan sen sijaan selvittää vinoviiva-aikatauluilla eli tuotanto- ja paikka-aikakaavioilla.

Tuotantoaikakaaviossa kuvataan työn valmiusastetta ajan funktiona, eli vaaka-akselilla esitetään aika samassa mitakaavassa kuin muissakin aikatauluissa, ja pystyakselilla tehtävien valmiusaste. Tuotantoaikakaavioon kootaan kriittiset pitkät tehtävät, joilla on riippuvuuksia muihin tehtäviin. Tuotantoaikakaaviosta nähdään tahdistuksen onnistuminen (viivojen kaltevuus suhteessa toisiinsa), käy-

¹ Kiiras (1988): Opas ja Turva s. 4

tetyt tehtävien väliset aikavälit ja siten keskinäisen tahdistuksen tiukkuus ja häiriöalttius sekä varamestan olemassaolo. Hyvässä häiriöttömässä aikataulussa tehtävät ovat pitkiä (kaltevia), niiden kaltevuus (kesto) kasvaa tasaisesti, toisistaan riippuvat tehtävät eivät mene ris-tiin, eivätkä aloitukset ja lopetukset ole liian lähekkäin (kuva 21). Paikka-aikakaaviossa vastaavasti pystyakselil-la on lohkot, osa- ja työkohteet suoritusjärjestyksessä ja tehtäviä kuvataan viivoin kuten tuotantoaikakaaviossakin. Paikka-aikakaaviosta havaitaan työkohteiden käyttö ja ryt-mityksen onnistuminen¹.



Kuva 21: Hyvin tahdistettu tuotantoaikakaavio. Tuotantoaikakaaviossa kuvataan työn valmiusastetta ajan funktiona. Tehtäviin on merkitty suoritemäärät.

¹ Kiiras: Opas ja Turva s. 5

5. ESINEVAHINGON AIHEUTTAMIEN KUSTANNUSTEN ARVIOINTIMENETTELY

5.1 Vahinkokustannusten arviointi

Esinevahingosta aiheutuu kustannuksia, joissa korvausvastuu jakaantuu sopimusten määrittelemien riskien jaon mukaisesti.

Vahingon aiheuttamista kustannuksista tarvitaan tietoa mm. työmaan katettavaksi jäävien kustannusten selvittämiseksi, vakuutuskorvauksen ja -hakemuksen kohtuullisuuden arvioimiseksi, ja haluttaessa tutkia eri rakennusvaiheissa tapahtuvien vahinkojen kustannusvaikutuksia. Vahinkokustannusten tarkastelutapa riippuu tiedon käyttötarkoituksesta.

Vahinkokustannusten määrittelyssä käytetään luvussa 3 esitettyjä tuotantorakenteita ja niihin perustuvaa liitteessä 3 esitettyä laskentamallia.

5.11 Toteutuneen vahingon aiheuttamien kustannusten laskenta

Toteutuneen vahingon aiheuttamien kustannusten määrittelyssä käytetään vahingon aiheuttamia todellisia tuotanto-, panos- ja hintarakenteita.

Panosten tarpeen määrittelyssä ja niiden hinnoittelussa käytetään seuraavia periaatteita:

- työ: toteutuneet tunnit ja maksetut palkat sosiaalikuluneen
- tarvike ja materiaali: toteutunut tarvikkeiden kulutus ja laatu ja maksetut hinnat mukaanlukien kuljetus, muttei käteisalennusta, eikä jälkeenkäynnäilymahdollisesti

saatavaa paljoushyvitystä

- kalusto: kaluston tarve, toteutunut käyttö ja maksetut vuokrat
- alihankinnat: sopimusten mukaiset määrät ja laskujen mukaan maksetut hinnat ilman käteisalennusta ja mahdollisesti jälkeinpäin saatavaa paljousalennusta
- muut panokset: tarjoukseen perustuvien menekkien ja laskujen mukaisesti maksetut kulut

Panosten käyttöön liittyvien määrien laskentamenettely:

- urakka-ajan ylitys: laskennallisesti kappaleessa 5.3 esitetyn mallin perusteella todettu vahingosta johtunut urakka-ajan ylitys,
hinnoittelu: - sopimussakon osalta urakkasopimuksen perusteella
 - työmaan käyttö- ja yhteiskustannusten osalta Rasmuksen esittämällä laskentamallilla (liite 1)
- työmaan käyttö- ja yhteiskustannukset keskeytysajalta: Rasmuksen esittämä laskentamalli (liite 1)
- tuottavuushäiriöt: tuottavuushäiriölaskentamalli (kappale 5.3) ja toteutuneet palkkakustannukset sosiaalikuluineen
- työn sisäisen tahdistuksen häiriintyminen ja varovaisuuden kasvusta tai motivaation laskusta johtuva tuotantonopeuden lasku: havaittu ja osoitettavissa oleva muutos tuotantonopeudessa

Muiden kustannuksia aiheuttavien tekijöiden hinnoitteluperusteet:

- arvonalennus: sopimuksen mukaan
- korvaukset: sopimuksen, vahingonkorvauslain tai oikeuden päätöksen mukaan
- vakuutuksen omavastuu: vakuutusopimuksen mukaisesti
- rahoituskulut: vahingon johdosta viivästyneiden saatavien pääomalle yrityksessä käytössä olevan korkokannan mukaan laskettuna

5.12 Vahinkokustannusten arviointi vahinkoasteen mukaan

Vahinkoasteella tarkoitetaan vahingoittuneiden tuotteiden suhteellista määrää.

Vahinkoasteen avulla tapahtuvaa kustannusten arviointia käytetään mm. arvioitaessa korvaushakemuksen tai vakuutuskorvauksen kohtuullisuutta ja haluttaessa tutkia vahinkojen merkitystä eri rakennusvaiheissa.

Vahinkoasteen mukaan tehtävä arviointi suoritetaan määrittämällä vahinkoaste ja ottamalla täydellisesti vahingoittuneen esineen tuotantorakenteen mukaan lasketuista vahinkokustannuksista vahinkoasteen mukainen osuus.

Kustannusten määrittelyssä käytetään ensisijaisesti yrityskohtaisesti viritettyjä ja toissijaisesti yleisiä tiedostoja. Tiedostoina käytetään resurssihinnastoja, työmenekkitiedostoja ja hinnastoja. Kustannusten määräytymisperusteet ovat:

- työ: työmenekin laskennassa käytetään työvaiheajan (T4-aika) keskimääräisiä arvoja ja se lasketaan ja hinnoitellaan työmaan KTA:n, ylläpidettyjen uudisrakennus- tai korjaustyön resurssihinnastojen, RATU-korttien, tai yrityksen omien ajan tasalla olevien työmenekkitiedostojen avulla
- tarvike ja materiaali: tarvikemenekki lasketaan ja hinnoitellaan yrityksen omien materiaalimenekkitiedostojen, menekkiluetteloiden, resurssihinnastojen, Työ- ja materiaalimenekit talonrakennustöissä tai Työ- ja materiaalimenekit korjaus- ja kunnosspitotöissä ja Talonrakennustöiden yksikköhintoja mukaan
- kalusto, alihankinnat ja muut panokset: kaluston ja alihankintojen tarpeen määrittelyssä käytetään samoja periaatteita kuin tarvikkeiden tarvetta määrättäessä, kaluston vuokrissa ja alihankintojen hinnoittelussa käytetään jälkilaskentatiedostoja, resurssihinnastoja, hintaluetteloita ja vuosisopimuksia kuten työn ja materiaalienkin hinnoittelussa, tai Rakentajain kalenteris-

sa julkaistuja kone- ja laitehinnastoja, ja yrityksen omien palveluiden osalta yrityksen omaa hintaluetteloa

Panosten käyttöön liittyvien määrien laskentamenettely:

- urakka-ajan ylitys: laskennallisesti mallin perusteella todettu vahingosta johtunut urakka-ajan ylitys, hinnoittelu sopimussakon osalta urakkasopimuksen perusteella, työmaan käyttö- ja yhteiskustannusten osalta laskentamallin mukaan laskettuna
- työmaan käyttö- ja yhteiskustannukset keskeytysajalta: Poikosen esittämän laskentamallin mukaisesti laskettuna (kpl 5.2)
- tuottavuushäiriöt: tuottavuushäiriölaskentamalli työmaan KTA:n mukaan laskettuna

Muiden kustannuksia aiheuttavien tekijöiden hinnoitteluperusteet:

- vakuutuksen omavastuu: vakuutus sopimuksen mukaisesti
- rahoituskulut: vahingon johdosta laskentamallin mukaiselle viivästymiselle laskettu viivästyneiden saatavien pääomalle yrityksessä käytössä olevan korkokannan mukaan laskettuna
- tuotantonopeuden lasku, vahingon syyn ja seurausten selvitys ja osapuolten kuuleminen otetaan laskelmissa huomioon taulukon 7 mukaisilla oletusarvoilla, koska asiasta ei ole käytettävissä tutkimustuloksia.

	henkilövahinkoihin johtanut iso vahinko	iso vahinko	pieni vahinko
tuotantonopeuden lasku	6h*V*KTA	4h*V*KTA	1h*V*KTA
syyn selvitys	4pv*2h/pv*TJ	4pv*2h/pv*TJ	2pv*½h/pv*TJ
seurausten selvitys	4pv*2h/pv*TJ	4pv*2h/pv*TJ	2pv*½h/pv*TJ
osapuolten kuuleminen	1h*V*KTA	1h*V*KTA	

Taulukko 7: Tuotantonopeuden laskulle. vahingon syyn ja seurausten selvitykselle ja osapuolten kuulemiselle käytettävät oletusarvot vahingon kokonaiskustannuksia laskettaessa. V=työmaan vahvuus vahinkohetkellä, KTA=työmaan keskituntiansio sosiaalikuluihin, TJ=työn johdon palkkakustannukset tunnilta sosiaalikuluihin.

		KUSTANNUKSET					
		määrä	yksikkö	yks hinta	mk	mk	

ESINEEN KORJAUS TAI UUDEN ESINEEN HANKINTA							
UUDEN HANKINTA		1					44598.00
Purku tai irrotus		4	h	58.40	233.60		408.80
	työ RM	2	h	87.60	175.20		
	kalusto				0.00		
	alihankinta				0.00		

Kuljetukset					0.00		420.00
	työ kalusto alihankinta	3	h	140.00	420.00		

Hävitys					0.00		1500.00
	työ kalusto				0.00		
	materiaalit				0.00		
	alihankinta	1	erä	1500.00	1500.00		

Vaurioituneen materiaalin uushankinta							12700.00
	hankintahinta	1	erä	12700.00	12700.00		

Korvaavan esineen vuokraus							9750.00
	muottivuokra	15	vrk	650.00	9750.00		

Uuden esineen asennus							19819.20
	työ KM (muotin pysty)	48	h	87.60	4204.80		
	RM (muotin pysty)	24	h	58.40	1401.60		
	Raudoittaja	48	h	102.20	4905.60		
	RM (raudoitus)	24	h	72.80	1747.20		
	kalusto						
	nosturi	24	h	315.00	7560.00		

Kuva 22: Hinnoiteltu tuotantorakenne

5.2 Keskeytyskustannusten laskenta

Arvioitaessa vahinkokustannuksia vahinkoasteen mukaan lasketaan työmaan keskeytysaikana syntyvät käyttö- ja yhteiskustannukset Poikosen¹ esittämällä keskeytyskustannuslaskentamallilla. Mallissa lisääntyneet käyttö- ja yhteiskustannukset määritetään keskeytyksen vaikutusajan, rakennusvaiheen, vuodenajan ja kyseisen hetken resurssivahvuuden perusteella (kuva 23). Mallin mukaan yhden kuukauden keskeytys, jossa resursseja ei voida hyödyntää, kuten esimerkiksi esinevahinkotapauksessa, lisää rakennuskustannuksia noin 0,2-1,2 %. Käyttö- ja yhteiskustannukset muuttuvat keskeytyshetkellä aikasidonnaisiksi, joten keskeytyksen keston muuttuessa muuttuvat myös keskeytyskustannukset vastaavasti.

¹ Poikonen, Kiiras (1989) s. 96-102

KESKEYTYSKUSTANNUSMALLI

		tamm	helmi	maalis	huhti	touko	kesä	elo	syys	loka	marras	joulu	Selitys
ALUE 1	mk/PR 2 kok.h	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	10	lisäkustannukset mk/h, mk/kk ja mk/rm3kk, tunteina vaiheen tunnit
Keskeytys	mk/PR 3 kok.h	22.5	22.5	22.3	17.1	17	17	17	17	17.1	17.1	22.3	
	mk/PR 1-7 RT.h	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	mk/PR 1-7 kok.h	17.7	17.7	17.7	17.6	17.5	17.5	17.4	17.5	17.6	17.6	17.7	
	mk/Rm3kk(sisäv.vaihe)	1.6	1.6	1.3	1	0.4	0	0	0.3	1	1	1.3	
	mk/kesk.kk(perusarvo)	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	
	mk/kesk.kk(runkolisä)	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	
	mk/PR 4-7 RT.h	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	mk/kesk.kk(sisäv.lisä)	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	
ALUE 2	mk/PR 2 kok.h	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	10	lisäkustannukset mk/h, mk/kk ja mk/rm3kk, tunteina vaiheen tunnit
Keskeytys	mk/PR 3 kok.h	22.6	22.5	22.5	17.1	17	17	17	17	17.1	17.3	22.5	
	mk/PR 1-7 RT.h	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	mk/PR 1-7 kok.h	17.7	17.7	17.7	17.6	17.5	17.5	17.4	17.5	17.6	17.7	17.7	
	mk/Rm3kk(sisäv.vaihe)	1.9	1.6	1.6	1	0.4	0	0	0.3	1	1.3	1.6	
	mk/kesk.kk(perusarvo)	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	
	mk/kesk.kk(runkolisä)	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	
	mk/PR 4-7 RT.h	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	mk/kesk.kk(sisäv.lisä)	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	

Kuva 23: Keskeytyskustannusmallin mukaiset lisäkustannuskertoimet. Keskeytyskustannusten laskennassa käytetään keskeytyshetken mukaisia työvoimavahvuuksia eri Talo 80-pääryhmien (PR) mukaan jaoteltuina.²

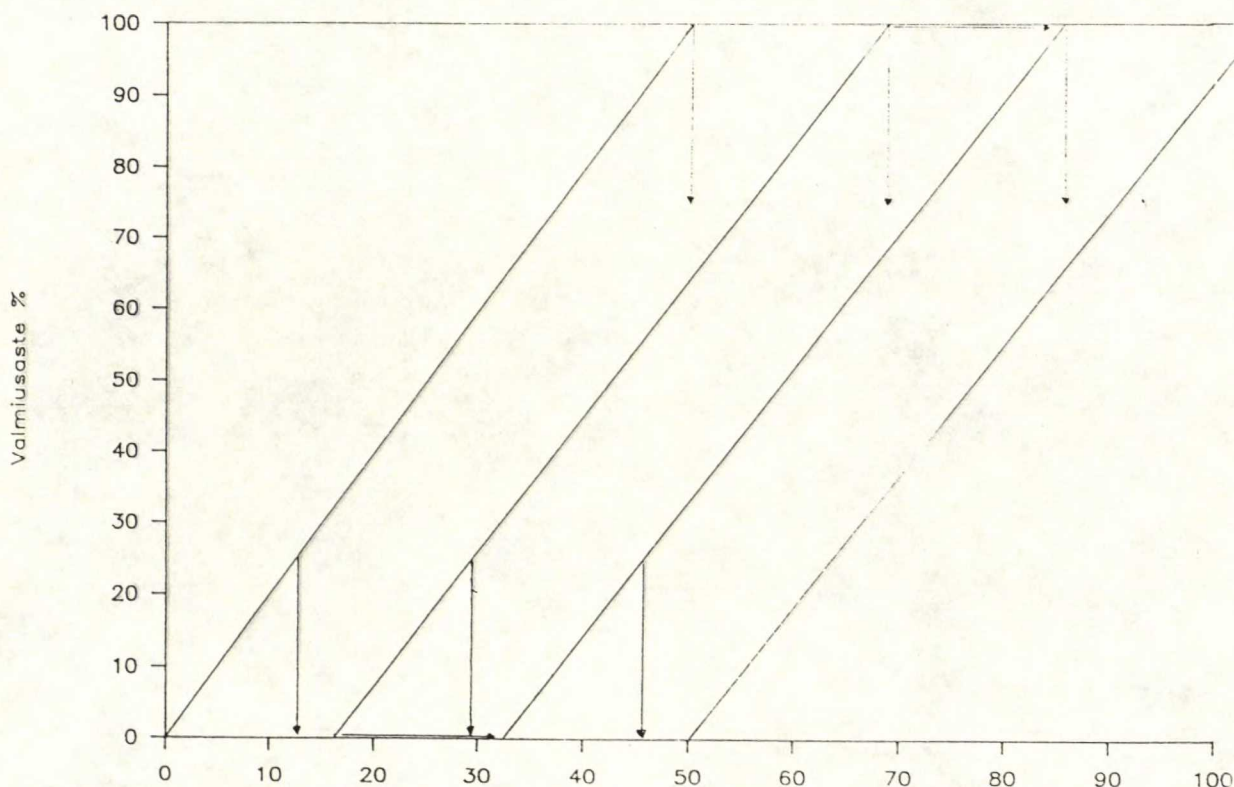
5.3 Laskentamenettely tuottavuushäiriöiden suuruudelle ja koko hankkeen myöhästymiselle

Kriisin aiheuttamat tuottavuushäiriöt ja koko hankkeen myöhästyminen voidaan laskea tuotantoaikakaavion avulla. Laskentamenettely edellyttää, että hankkeen aikataulu on hyvin tahdistettu.

² Poikonen, Kiiras (1989) s. 102

1. Periaatteet ja lähtötiedot

Laskennassa käytetään Opas-menettelyn periaatteiden mukaan laadittua yleisaikataulutasoista tuotantoaikakaaviota, johon on merkitty hankkeen kannalta kestoltaan tai merkitykseltään kriittiset toisistaan riippuvat tehtävät. Tehtävien väliset riippuvuudet merkitään tuotantoaikakaavion tehtäviin nuolilla. Mestariippuvuudet merkitään pystynuolilla ja tekniset riippuvuudet vaakasuuntaisilla nuolilla.



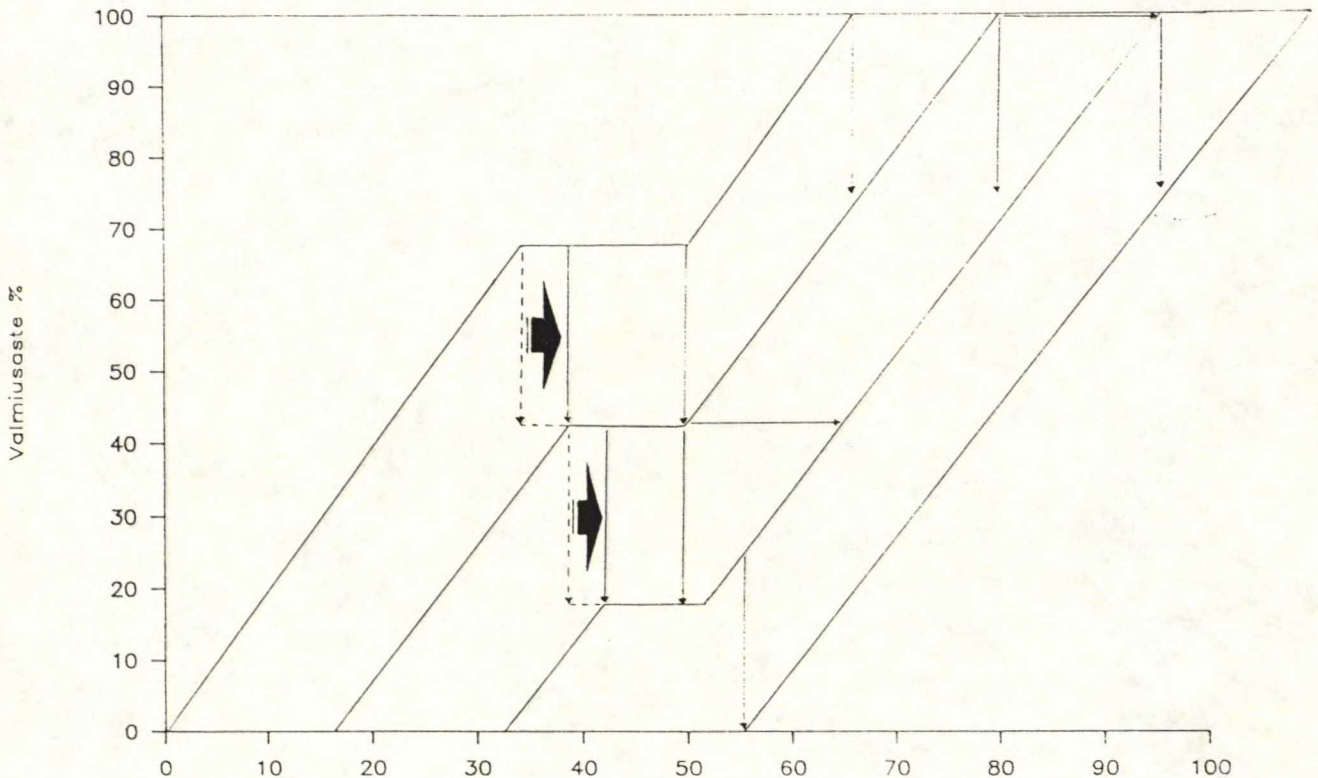
Kuva 24: Tuotantoaikakaavio, johon tehtävien väliset riippuvuudet on merkitty nuolilla. Vaakasuuntaiset nuolet kuvaavat teknisiä ja pystynuolet mestariippuvuuksia.

Tuotantoaikakaaviossa kriisi kuvataan tehtävää kuvaavan viivan kriisin keston pituisella vaakasuoralla osalla.

2. Tuottavuushäiriöiden laskenta

Kriisin aiheuttamat tuottavuushäiriöt seuraavassa tehtävässä saadaan sijoittamalla riippuvuusnuoli kriisin alkuun ja loppuun. Kriisin alussa olevaa nuolta siirretään krii-

sin loppua kohti kunnes se tavoittaa seuraavan riippuvan tehtävän. Riippuvuusnuolen ja seuraavaa tehtävää kuvaavan viivan yhtymäkohta osoittaa tehtävään tulevan tuottavuushäiriön alkuaajankohdan ja koko tehtävän valmiusasteen häiriöhetkellä. Tuottavuushäiriön kesto on sen alun ja kriisin loppuun sijoitetun riippuvuusnuolen osoittamien ajan-

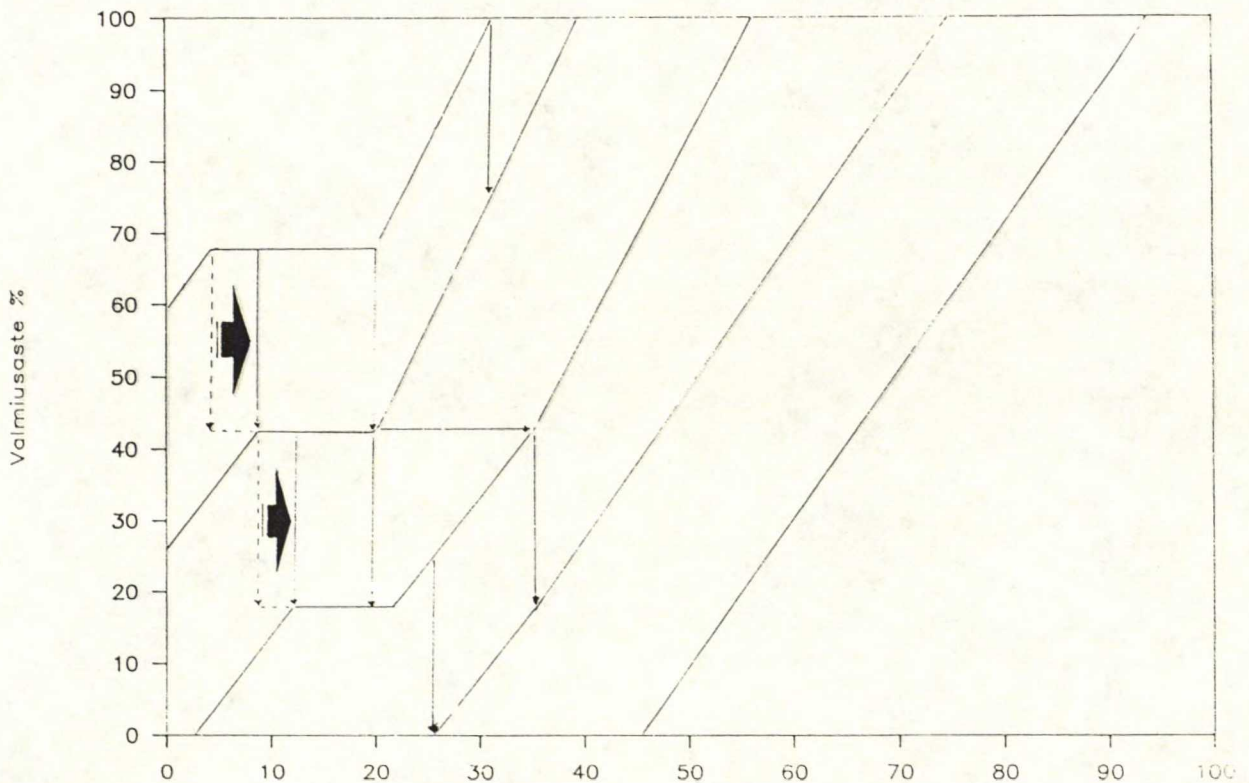


Kuva 25: Tehtävässä 1 tapahtunut kriisi aiheuttaa tuottavuushäiriöitä seuraaviin tehtäviin. Seuraavien tehtävien tuottavuushäiriöiden suuruudet saadaan riippuvuusnuolten avulla. 15 päivän kriisi tehtävässä 1 aiheuttaa 11 päivän tuottavuushäiriön tehtävässä 2 ja 9 päivän tuottavuushäiriön tehtävässä 3. Tehtävän 3 aloitusta lykätään riippuvuuksiensa mukaisesti.

ajankohtien välinen aika. Seuraavan tehtävän tuottavuushäiriön suuruus saadaan vastaavalla menettelyllä pitäen edeltävän tehtävän tuottavuushäiriötä seuraavan tehtävän kannalta kriisinä. Menettelyä sovelletaan kunnes tuottavuushäiriöitä ei enää ole tai kaikki riippuvuussuhteissa olevat ennen kriisin alkua alkaneet tehtävät on käsitelty. Kriisin alkamisen jälkeen alkaneisiin tehtäviin tulevia

tuottavuushäiriöitä ei voida pitää kriisistä johtuvina, koska ne voidaan välttää asianmukaisella ohjauksella.

Tuottavuushäiriöiden kustannusvaikutus saadaan kertomalla kunkin tuottavuushäiriön pituus häiriintyneen tehtävän resurssimäärällä (työntekijät ja tehtävään osoitettu kalusto) ja yksikkökustannuksella (KTA sosiaalikuluineen), ja laskemalla yksittäisten tehtävien tuottavuushäiriökustannukset yhteen.



Kuva 26: Koko hankkeen myöhästymisen lasketaan tuotantoaikakaavion avulla ottaen kriisin aiheuttama myöhästymisen kiinni yllätyksellisesti yhteisesti sovituissa työvaiheissa.

3. Koko hankkeen myöhästymisen laskeminen

Kriisistä johtuva koko hankkeen myöhästymisen saadaan piirtämällä hankkeen tuotantoaikakaavio kriisistä lähtien riippuvuuksiensa mukaisesti ottaen huomioon hankkeen valmiusaste suunniteltuun verrattuna kriisin tapahtuessa.

Kriisin aiheuttama myöhästyminen otetaan kiinni ylitöillä yhteisesti sovituilla työvaiheilla pitäen suunnitelmaa muuten samana. Hankkeen myöhästymistä kuvaa sopimuksen mukaisen tehtävän lopetuksen myöhästymä suunniteltuun nähdessä vähentäen siitä hankkeen myöhästymisen kriisin tapahtumahetkellä.

Myöhästymisestä aiheutuvat kustannukset koostuvat sopimuksen mukaisesta sakosta ja käyttö- ja yhteiskustannusten kasvusta.

6. CASET

6.1 Esimerkkiaineiston kuvaus

Esimerkkiaineisto koostuu yhdestätoista todellisesta vahinkotapauksesta, joista neljässä vahingoittunut esine korjattiin ja seitsemässä tilalle hankittiin uusi esine tai materiaali. Työmaan tuotanto pysähtyi vahinkoilmoituksen mukaan kolmessa tapauksessa. Esimerkkivahingoista kahta voidaan pitää kriiseinä. Aineistoa ei ole hankittu tilastollisesti kattavaksi, eikä se lukumääräisesti muodosta tilastollisesti edustavaa näytettä, joten tapauksia tulee pitää vain esimerkinomaisina. Käytettävissä olleessa aineistossa ei ollut tietoja sellaisista kustannuksista, joita vakuutukset eivät korvaa. Näinollen etenkin tuotannon häiriintymisen ja hankkeelle aiheutuneiden hallinnollisten kustannusten osalta on arviointia varten jouduttu tekemään oletuksia.

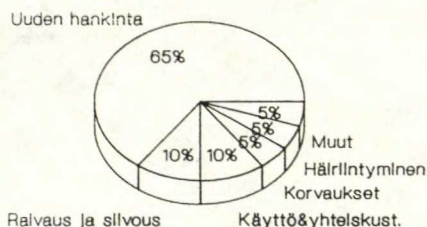
Esimerkkiaineiston perusteella pienistä vahingoista (alle 30000 mk) työmaan kannettavaksi jää noin 7000-9000 mk riippumatta vahingon suuruudesta. Suuremmissa vahingoissa työmaan vastuulle jäävä osuus vahingoista kasvaa vaikka työmaan suhteellinen osuus pieneneekin. Vakuutusyhtiön osuus kustannuksista kasvaa ja lähenee suurilla vahingoilla 75-80 prosenttia. Runkovaiheessa tapahtuvat vahingot ovat kustannuksiltaan vakavimmat - myös työmaan osuus runkovaiheen vahingoista on suurempi kuin muissa rakennusvaiheissa tapahtuvissa vahingoissa.

6.2 Vaurioituneen esineen uushankintaan johtaneet vahingot

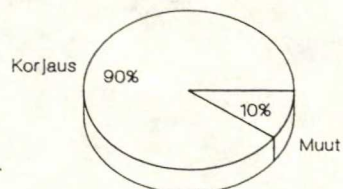
Uuden esineen tai materiaalin hankintaan johtaneita vahinkoja oli esimerkkiaineistossa seitsemän kappaletta. Näistä neljä oli pieniä (alle 30000 mk), ja kaksi kriiseiksi luokiteltavia suuria vahinkoja. Kun tarkastellaan kaikkia uuden esineen hankintaan johtavien esinevahinkojen aiheut-

tamia kustannuksia, niin havaitaan, että suurin osa aiheutuneista kustannuksista muodostuu uuden esineen hankintaan liittyvistä kustannuksista. Aineiston esimerkeissä uuden esineen hankintahinta muodosti noin puolet (49 %) vahingon kokonaiskustannuksista. Muut esineen hankintaan liittyvät kustannukset nostivat hankintakustannusten osuuden noin 65 %:iin. Ympäristön raivauksen ja siivouksen osuus kokonaiskustannuksista oli noin 10 %. Koko aineistossa lisääntyneiden käyttö- ja yhteiskustannusten osuus oli 10 %, kolmannelle osapuolelle maksettavien korvausten osuus samoin 10 % ja häiriintymisen aiheuttamien kustannusten osuus 5 % (kuva 27). Merkittävään tuotannon tai tuottavuuden häiriintymiseen johtaneissa tapauksissa häiriintymisestä aiheutuneiden kustannusten osuus oli noin 10 % kokonaiskustannuksista! Töiden keskeytymiseen johtaneissa vahingoissa oli keskeytyskustannusten ja keskeytysajan työmaan käyttö- ja yhteiskustannusten osuus noin 10-15 % kokonaiskustannuksista. Vakuutusten korvausosuus vahingosta aiheutuneista kokonaiskustannuksista oli esimerkiksi aineistossa pienimmissä tapauksissa 30-35 % vakuutuksen omavastuun ollessa yli 40 % vahinkojen määrästä, keskisuurissa vahingoissa 80-90 % kokonaiskustannuksista, ja kahdessa suuressa vahingossa eli kriisissä 60 ja 75 % vahinkojen kokonaismäärästä. Kriiseiksi luokiteltavissa vahingoissa työmaan kannettavaksi koituu huomattava talou-

UUDEN ESINEEN HANKINTAAN
JOHTANEET VAHINGOT



ESINEEN TAI MATERIAALIN
KORJAUKSEEN JOHTANEET VAHINGOT



Kuva 27: Esinevahingosta aiheutuvien kokonaiskustannusten muodostuminen esimerkkitalouksissa.

dellinen kuorma, vaikka vakuutus korvaakin suuren osan vahingoista. Esimerkkiaineistossa keskimääräinen vakuutuksen korvausprosentti oli 55 ja keskimääräinen korvaussumma noin 90000 mk. Rakennustyövahinkojen keskimääräinen korvausmäärä oli 1988 noin 35000 mk¹.

KRIISIT

1. Suurmuotin kaatuminen

Pääurakoitsija oli asentamassa suuren toimistorakennuksen toisen kerroksen ulkoseinän suurmuotteja paikoilleen myöhemmin tapahtuvaa seinän betonivalua varten. Paikoilleen oli asennettu 4 kpl suurmuotteja. Kukin suurmuotti oli tuettu kahdella puusoirolla, jotka oli naulattu yläpäästään muotin pystyrunkoon ja alapäästään holviin kiinnitettyyn parruun. Tunteamattomasta syystä muotin tuenta petti ja muotti kaatui. Muotin kaatuessa loukkaantui muotin päällä seissyt raudoittaja. Nostotyössä ollut nosturi jäi putoavan muotin alle, ja vaurioitui. Työt keskeytyivät täysin poliisikuulustelujen ja nimenhuudon ajaksi. Onnettomuuspaikan raivaus suoritettiin ylityönä. Vahingon takia muottityöt viivästyivät seitsemän päivää. Viivästymisen aiheuttamat tuottavuushäiriöt selvitettiin simuloimalla. Työmaalla oli rakennustyövakuutus, jonka omavastuu oli 30000 mk. Yhteensä vahingosta aiheutui 243617 mk:n kustannukset. Vakuutukset korvasivat vahingosta 132425 mk, eli 54 % aiheutuneista kustannuksista. Työmaan kannettavaksi jäi 111191 mk (taulukko 7).

¹ Pohjola

ESINEVAHINGON AIHEUTTAMIEEN KUSTANNUSTEN LASKENTAMALLI

Kohde: 1

suurmuotin kaatuminen

		mk	Vakuutus	IPERUSTE

ESINEEN KORJAUS TAI KORVAUS				
UUDEN HANKINTA				
Vaurioituneen materiaalin uushankintahinta		1488.00	1488.00	luushankintahinta

Korvaavan esineen vuokraus	muottivuokra	9750.00	0.00	!toteutuneet kustannukset

Uuden esineen asennus	työ KM (muotin pysty!	10390.08	10390.08	!toteutuneet kustannukset
	RM (muotin pysty!	4156.03	4156.03	!toteutuneet kustannukset
	Raudoittaja	6901.44	6901.44	!toteutuneet kustannukset
	RM (raudoitus)	2760.58	2760.58	!toteutuneet kustannukset
	nosturi	7560.00	7560.00	!toteutuneet kustannukset

VAHINGON SEURAUSTEN KORJAUS				
PELASTUSTOIMET, SIIVOAMISET				
YMPÄRISTÖN RAIVAUS JA SIIVOUS				
Purku tai irrotus	työ 10 RM (raivaus)	29325.00	29325.00	!toteutuneet kustannukset
	TJ (raivaus)	2749.05	2749.05	!toteutuneet kustannukset
	KM (muotin purku!	20780.16	20780.16	!toteutuneet kustannukset
	RM (muotin purku!	8312.06	8312.06	!toteutuneet kustannukset
	kuljetukset	1800.00	1800.00	!toteutuneet kustannukset
	nosturi	15120.00	15120.00	!toteutuneet kustannukset
	traktorikaivuri	2240.00	2240.00	!toteutuneet kustannukset

KOKO HANKKEEN TUOTANNON HÄIRIINTYMINEN				
TUOTANNON HÄIRIINTYMINEN				
Työn keskeytyminen		4924.00	0.00	!

TUOTTAVUUDEN HÄIRIINTYMINEN				
Varovaisuuden kasvusta tai				!
motivaation laskusta johtuva				!
tuotantonopeuden lasku		27594.00		!taulukko 7, 63 miestä

HANKKEELLE AIHEUTUNEET HALLINNOLLISET KUSTANNUKSET				
SELVITTELYT				
Synn selvitys	työ: työntekijät	14334.00	0.00	!toteutuneet kustannukset
	työ: työnjohto	945.00	0.00	!toteutuneet kustannukset

KORVAUKSET				
Konevuokraajille		55462.90	48843.80	!toteutuneet kustannukset

KÄYTTÖ- JA YHTEISKUSTANNUSTEN KASVU				
		12000.00	0.00	!käyttö&yhteiskustannusmalli

VAKUUTUKSEN OMAVASTUU				
			-30000.00	!Vakuutus sopimus

ESINEVAHINGON AIHEUTTAMAT HENKILÖVAHINGOT				
		5025.00		!toteutuneet kustannukset
=====				
KUSTANNUKSET YHTEENSÄ MK / VAKUUTUSKORVAUS MK		243617.30	132426.20	
HANKKEEN TAVOITEARVIOTA HUONONTAVAT KUSTANNUKSET MK		111191.10		
VAKUUTUSKORVAUSTEN OSUUS %		54.30		

Taulukko 7: Suurmuotin kaatumisesta aiheutuneet kustannukset

2. Nosturin kaatuminen maarakennustyömaalla

Satamatyömaalla käytetyn torninosturin ratateli nousi nosturin ajaessa radalle ja suistui lopulta penkalle. Nosturin liikkeen ja muiden voimien yhteisvaikutuksesta nosturin telipalkki katkesi ja nosturi kaatui puomi edellä maahan.

Nosturi vaurioitui onnettomuudessa käyttökelvottomaksi. Nosturin kuljettaja loukkaantui ja joutui kolmeksi päiväksi sairaalaan ja kuukaudeksi sairauslomalle. Työmaan toinen nosturi jatkoi työskentelyä normaalisti. Onnettomuus aiheutti työmaan kokonaisaikatauluun noin viikon viiveen, joka otettiin kiinni loma-aikajärjestelyin.

Työmaa oli vakuutettu rakennustyövakuutuksella, jonka omavastuu oli 5000 mk.

Yhteensä onnettomuudesta aiheutui 555145 mk:n kustannukset, josta vakuutukset kattoivat 428935 mk (77 %). Työmaan katettavaksi jäi 126210 mk (taulukko 8).

TUOTANNON PYSÄHTYMISEEN JOHTANEET VAHINGOT

3. Elementtivahinko asuinkerrostalotyömaalla

Työmaalla kaatui viikonlopun aikana tuntemattomasta syystä elementtifakki, jossa olleet kerroksen väliseinäelementit rikkoutuivat käyttökelvottomiksi, ja käynnissä olleet elementtiasennukset keskeytyivät. Elementit toimittanut tehdas pystyi toimittamaan uudet elementit kahden viikon kuluessa vahingosta.

Rikkoutuneiden elementtien raivaukseen ja poiskuljetukseen kului aikaa kaksi päivää, jonka ajan raivaukseen osallistui kaksi miestä, kuorma-auto ja torninosturi.

Työmaa oli vakuutettu rakennustyövakuutuksella, jonka oma-

vastuu on 5000 mk. Vakuutuksesta korvattava osuus on yhteensä 16552 mk (33 %), ja loput 33997 mk 50549 mk:n kokonaiskustannuksista jää työmaan kannettavaksi (taulukko 9).

ESINEVAHINGON AIHEUTTAMIEN KUSTANNUSTEN LASKENTAMALLI

Kohde: 2

nosturin kaatuminen satamatyömaalla

		!	mk	!	Vakuutus	!PERUSTE

ESINEEN KORJAUS TAI KORVAUS						
KORVAUS						
Purku tai irrotus	työ (asentajat)	!	18140.00	!	18140.00	!toteutuneet kustannukset
	kalusto (autot)	!	1200.00	!	1200.00	!toteutuneet kustannukset
	muut (majoitus)	!	2130.00	!	2130.00	!toteutuneet kustannukset

Kuljetukset	alihankinta	!	27195.00	!	27195.00	!toteutuneet kustannukset

Uuden hankinta / vaurioituneen esineen arvo		!	367000.00	!	327000.00	!uushankintahinta -
		!		!		!jäännösarvo

Uuden esineen asennus	työ	!	18090.00	!	18090.00	!toteutuneet kustannukset
	kalusto	!	18600.00	!	18600.00	!toteutuneet kustannukset
	työnjohtokustannukset	!	6280.00	!	6280.00	!toteutuneet kustannukset

KOKO HANKKEEN TUOTANNON HÄIRIINTYMINEN						
Varovaisuuden kasvusta tai		!		!		!
motivaation laskusta johtuva		!		!		!
tuotantonopeuden lasku		!	19800.00	!		!taulukko 7: 30 miestä

HANKKEELLE AIHEUTUNEET HALLINNOLLISET KUSTANNUKSET						
SELVITTELYT						
Syn selvitys	työ: työnjohto	!	880.00	!		!taulukko 7

Seurausten selvitys	työ: työnjohto	!	880.00	!		!taulukko 7
	työ: esikunnat	!	1760.00	!		!

Osapuolten kuulemiset	työ: työntekijät	!	2190.00	!		!taulukko 7: 30 miestä

KÄYTTÖ- JA YHTEISKUSTANNUSTEN KASVU		!	50000.00	!		!käyttö&yhteiskustannusmalli

VAKUUTUKSEN OMAVASTUU		!		!	-5000.00	!vakuutus sopimus

ESINEVAHINGON AIHEUTTAMAT HENKILÖVAHINGOT		!	21000.00	!	15300.00	!
=====						
KUSTANNUKSET YHTEENSÄ MK / VAKUUTUSKORVAUS MK			555145.00		428935.00	
HANKKEEN TAVOITEARVIOTA HUONONTAVAT KUSTANNUKSET MK			126210.00			
VAKUUTUSKORVAUSTEN OSUUS %			77.27			

Taulukko 8: Nosturin kaatumisesta aiheutuneet kustannukset.

ESINEVAHINGON AIHEUTTAMIEEN KUSTANNUSTEN LASKENTAMALLI

Kohde: 3

väliseinäelementtien rikkoutuminen

			mk	Vakuutus	PERUSTE

ESINEEN KORJAUS TAI KORVAUS					
UUDEN HANKINTA					
Purku tai irrotus	työ	!	1520.00	!	1520.00 oletus
	kalusto	!	3360.00	!	oletus

Kuljetukset	alihankinta	!	2032.00	!	2032.00 oletus

Hävitys	alihankinta	!	3000.00	!	3000.00 oletus

Uuden hankinta / vaurioituneen esineen arvo		!	15000.00	!	15000.00 !Uushankintahinta, oletus

KOKO HANKKEEN TUOTANNON HÄIRIINTYMINEN					
TUOTTAVUUDEN HÄIRIINTYMINEN					
Tuottavuushäiriöt		!	2357.00	!	!simulointimalli

HANKKEELLE AIHEUTUNEET HALLINNOLLISEET KUSTANNUKSET					
SELVITTELYT					
Syyn selvitys	työ: työnjohto	!	640.00	!	!taulukko 7

Seurausten selvitys	työ: työnjohto	!	640.00	!	!taulukko 7

KÄYTTÖ- JA YHTEISKUSTANNUSTEN KASVU		!	22000.00	!	!Käyttö&yhteiskustannusmalli

VAKUUTUKSEN OMAVASTUU		!		!	-5000.00 !Vakuutusopimus
=====					
KUSTANNUKSET YHTEENSÄ MK / VAKUUTUSKORVAUS MK			50549.00		16552.00
HANKKEEN TAVOITEARVIOTA HUONONTAVAT KUSTANNUKSET MK			33997.00		
VAKUUTUSKORVAUSTEN OSUUS %			32.70		

Taulukko 9: Väliseinäelementtien rikkoutumisesta aiheutuneet kustannukset

KOKO HANKKEEN TUOTANTOA HÄIRITSEMÄTTÖMÄT VAHINGOT

4. Ilkivallanteko toimistotalotyömaalla

Työmaalla havaittiin useana kesäiltana ilkivaltaa. Rakenteilla olevan rakennuksen kellarissa olevan työkoneen lukko oli murrettu auki ja koneella oli ajeltu ja tuhottu materiaaleja ja tehtyä työtä. Tapaus toistui, jolloin vartioimaan jääneet työnjohtaja ja koneenkuljettaja kutsuivat poliisit havaittuaan ilkivallantekijöitä työmaalla.

Vahingosta aiheutuneet kustannukset koostuvat murretusta lukosta, vääntyneistä teräsverkoista, rikottujen tarkastuskaivojen korjauksesta, valua varten tasoitetun maavaraisten lattian hiekkapinnan uusimisesta ja ylimääräisestä vartioinnista.

Työmaa oli vakuutettu rakennustyövakuutuksella, jonka omavastuu oli 5000 mk. Yhteensä ilkivallasta aiheutui työmaalle 14798 mk:n vahingot, joista vakuutus kattoi 5127 mk (35 %). Työmaan katettavaksi jäi 9671 mk. Ilkivalta katsottiin kahdeksi eri vahingoksi, joista toisesta aiheutuneet vahingot jäivät omavastuuta pienemmiksi (taulukko 10).

5. Tulipalo toimistorakennustyömaan ulkoalueella

Tuli oli työajan jälkeen päässyt irti styrox-nipussa, joka oli varastoituna työmaa-alueella puiston tukiaitaa vasten. Palo saatiin sammumaan työmaan oman, vielä paikalla olleen henkilökunnan voimin.

Palosta aiheutuneet vahingot koostuvat palaneesta styroxista, putkiurakoitsijan putkista, profiilipellistä, istutuksen tukiaidasta ja lainapeitteestä, sekä savuvahinkoja kärsineistä viemärikansista.

Vahingon kokonaiskustannukset olivat 22221 mk, josta vakuutus kattoi 19785 mk (89 %), ja työmaan katettavaksi jäi 2436 mk (taulukko 11).

6. Tuhopoltto toimistorakennustyömaalla

Osittain käyttöönotettuun toimistorakennukseen oli viikonlopun aikana murtauduttu vielä rakenteilla olevan osan kautta. Toimistokäyttöön otettuihin tiloihin oli päästy rikkomalla tiloja erottava panssarilasi. Toimistotiloissa

ESINEVAHINGON AIHEUTTAMIEEN KUSTANNUSTEN LASKENTAMALLI

Kohde: 4

ilkevallanteke

			mk	Vakuutus	IPERUSTE

ESINEEN KORJAUS TAI KORVAUS					
UUDEN HANKINTA					
Kuljetukset	alihankinta		350.40	116.80	Itoteutuneet kustannukset

Uuden hankinta / vaurioituneen esineen arvo			1531.27	471.29	luushankintahinta

Uuden esineen asennus	työ		5237.28	5237.28	Itoteutuneet kustannukset
			1600.28	436.43	Itoteutuneet kustannukset
	alihankinta (bobcat)		2747.04	2747.04	Itoteutuneet kustannukset
	(bobcat)		228.92	228.92	Itoteutuneet kustannukset

VAHINGON SEURAUSTEN KORJAUS					
PELASTUSTOIMET, SIIVOAMISET					
JATKOVAHINGOJEN ESTO					
Vahingon leviämisen esto	työ (vartiointi)		889.32	889.32	Itoteutuneet kustannukset

KOKO HANKKEEN TUOTANNON HÄIRIINTYMINEN					
TUOTTAVUUDEN HÄIRIINTYMINEN					
Tuottavuushäiriöt			2000.00		

HANKKEELLE AIHEUTUNEET HALLINNOLLISEET KUSTANNUKSET					
SELVITTELYT					
Syyn selvitys	työ: työnjohto		100.00		Itaulukko 7

Seurausten selvitys	työ: työnjohto		100.00		Itaulukko 7

Dokumenttien teko ja hankinta	rikosilmoitusote		14.00		Itoteutuneet kustannukset

VAKUUTUKSEN OMAVASTUU				-5000.00	lvakuutus sopimus
=====					
KUSTANNUKSET YHTEENSÄ MK / VAKUUTUSKORVAUS MK			14798.51	5127.08	
HANKKEEN TAVOITEARVIOTA HUONONTAVAT KUSTANNUKSET MK			9671.43		
VAKUUTUSKORVAUSTEN OSUUS %			34.65		

Taulukko 10: Ilkevallanteosta aiheutuneet kustannukset.

oli sytytetty kaksi tulipaloa, jotka eivät kuitenkaan levinneet muualle rakennukseen. Palosta aiheutuneet vahingot olivat palanut muovimatto, osittain palanut seinä, vioittuneita sähköjohtoja, osittain palanut sälealakatto, ja savu- ja nokivahinkoja tulipesäkkeiden ympärillä olevissa tiloissa.

ESINEVAHINGON AIHEUTTAMIEEN KUSTANNUSTEN LASKENTAMALLI

Kohde: 5

palovahinko

	!	mk	!	Vakuutus	!	PERUSTE

ESINEEN KORJAUS TAI KORVAUS						
UUDEN HANKINTA						
Kuljetukset						
alihakinta	!	1526.00	!	1526.00	!	toteutuneet kustannukset

Uuden hankinta / vaurioituneen esineen arvo	!	19865.00	!	19865.00	!	luushankintahinta

KOKO HANKKEEN TUOTANNON HÄIRIINTYMINEN						
TUOTANNON HÄIRIINTYMINEN						
Varovaisuuden kasvusta tai	!		!		!	
motivaation laskusta johtuva	!		!		!	
tuotantonopeuden lasku	!	730.00	!			!taulukko 7, 10 miestä

HANKKEELLE AIHEUTUNEET HALLINNOLLISET KUSTANNUKSET						
SELVITTELYT						
Seurausten selvitys						
työ: työnjohto	!	100.00	!			!taulukko 7

VAKUUTUKSEN OMAVASTUU	!		!	-1606.00	!	vakuutus sopimus
=====						
KUSTANNUKSET YHTEENSÄ / VAKUUTUS KORVAUS MK		22221.00		19785.00		
HANKKEEN TAVOITEARVIOTA HUONONTAVAT KUSTANNUKSET MK		2436.00				
VAKUUTUS KORVAUSTEN OSUUS %		89.04				

Taulukko 11: Palovahingon aiheuttamat kustannukset.

Kohde oli vakuutettu rakennustyö vakuutuksella, jonka omavastuu oli 5000 mk. Vakuutus korvaus omavastuulla vähennettynä oli 4171 mk 12381 mk:n vahinkokustannuksista (34 %). Työmaan katettavaksi jäi 8210 mk (taulukko 12).

ESINEVAHINGON AIHEUTTAMIEN KUSTANNUSTEN LASKENTAMALLI

Kohde: 6
tuhopoltto

		!	mk	!	Vakuutus	!PERUSTE

ESINEEN KORJAUS TAI KORVAUS						
UUDEN HANKINTA						
Uuden hankinta / vaurioituneen esineen arvo		!	1180.80	!	1180.80	!Uushankintahinta

Uuden esineen asennus	työ	!	960.00	!	960.00	!toteutuneet kustannukset

VAHINGON SEURAUSTEN KORJAUS						
YMPÄRISTÖN RAIVAUS JA SIIVOUS						
Siivous	työ	!	9310.00	!	7030.00	!toteutuneet kustannukset

KOKO HANKKEEN TUOTANNON HÄIRIINTYMINEN						
Varovaisuuden kasvusta tai		!		!		!
motivaation laskusta johtuva		!		!		!
tuotantonopeuden lasku		!	730.00	!		!taulukko 7, 10 miestä

HANKKEELLE AIHEUTUNEET HALLINNOLLISET KUSTANNUKSET						
SELVITTELYT						
Synn selvitys	työ: työnjohto	!	100.00	!		!taulukko 7

Seurausten selvitys	työ: työnjohto	!	100.00	!		!taulukko 7

VAKUUTUKSEN OMAVASTUU		!		!	-5000.00	!vakuutus sopimus
=====						
KUSTANNUKSET YHTEENSÄ MK / VAKUUTUSKORVAUS MK			12380.80		4170.80	
HANKKEEN TAVOITEARVIOTA HUONONTAVAT KUSTANNUKSET MK			8210.00			
VAKUUTUSKORVAUSTEN OSUUS %			33.69			

Taulukko 12: Tuhopoltosta aiheutuneet kustannukset.

7. Nestekaasulämmittimistä alkanut tulipalo

Asuinrakennustyömaalla syttyi perjantai-iltana nestekaasulämmitin tuleen räjäyttäen kaasupullot ja suojateltan. Palon sammutti palokunta. Palossa vaurioitui rakennuksen kivistä julkisivua ovia ja ikkunoita, räystäspeltiä ja räystäään puurakenteita paloalueella, sekä työmaan sähkönsyöttökaapeli. Lisäksi tuhoutui kaasupulloja ja -lämmittimiä sekä sähkötarvikkeita.

ESINEVAHINGON AIHEUTTAMIEN KUSTANNUSTEN LASKENTAMALLI

Kohde: 7

Palovahinko

		!	mk	!	Vakuutus	IPERUSTE

ESINEEN KORJAUS TAI UUDEN HANKINTA						
UUDEN HANKINTA						
Uuden hankinta / vaurioituneen esineen arvo		!	18059.00	!	18059.00	!uushankintahinta

Uuden esineen asennus	työ	!	1440.00	!	1440.00	!toteutuneet kustannukset

KORJAUS						
Korjaus	työ ja materiaalit	!	3025.00	!	3025.00	!toteutuneet kustannukset

VAHINGON SEURAUSTEN KORJAUS						
PELASTUSTOIMET, SIIVOAMISET						
JATKOVAHINKOJEN ESTO						
Vahingon leviämisen esto	työ	!	360.00	!	360.00	!toteutuneet kustannukset

YMPÄRISTÖN RAIVAUS JA SIIVOUS						
Purku tai irrotus	työ	!	160.00	!	160.00	!toteutuneet kustannukset
	alihankinnat	!	220.00	!	220.00	!toteutuneet kustannukset

KOKO HANKKEEN TUOTANNON HÄIRIINTYMINEN						
TUOTTAVUUDEN HÄIRIINTYMINEN						
Varovaisuuden kasvusta tai		!		!		!
motivaation laskusta johtuva		!		!		!
tuotantonopeuden lasku		!	584.00	!		!taulukko 7, 8 miestä

HANKKEELLE AIHEUTUNEET HALLINNOLLISET KUSTANNUKSET						
SELVITTELYT						
Syn selvitys	työ: työnjohto	!	100.00	!		!taulukko 7

Seurausten selvitys	työ: työnjohto	!	100.00	!		!taulukko 7

Dokumenttien teko ja hankinta	työ: työnjohto	!	100.00	!		!

VAKUUTUKSEN OMAVASTUU		!		!	-5500.00	!vakuutussopimus
=====						
KUSTANNUKSET YHTEENSÄ MK / VAKUUTUSKORVAUS MK			24148.00		17764.00	
HANKKEEN TAVOITEARVIOTA HUONONTAVAT KUSTANNUKSET MK			6384.00			
VAKUUTUSKORVAUSTEN OSUUS MK			73.56			

Taulukko 13: Palovahingosta aiheutuneet kustannukset.

Työkohde oli vakuutettu rakennustyövakuutuksella, jonka omavastuu oli 5000 mk, sekä työvälineet ja tarvikkeet palovakuutuksella, omavastuu 500 mk. Yhteensä palosta aiheutui 24148 mk:n kustannukset, joista vakuutukset kattivat 17764 mk (73 %). Työmaan kannettavaksi jäi 6864 mk (taulukko 13).

6.3 Esineen korjaukseen johtaneet vahingot

Esineen korjaukseen johtaneita vahinkoja oli neljä kappaletta: kaksi pientä ja kaksi keskisuurta. Tarkasteltaessa vahingosta aiheutuneita kokonaiskustannuksia havaitaan, että lähes 90 % vahingon aiheuttamista kokonaiskustannuksista aiheutui esineen korjauksesta (kuva 27). Vakuutusten korvausosuus oli toisessa pienistä vahingoista noin 33 % vakuutuksen omavastuun ollessa lähes puolet vahingon määrästä, ja toisessa 68 %. Keskisuurissa vahingoissa vakuutuskorvaus oli noin 85 % aiheutuneiden vahinkojen kokonaismäärästä. Esimerkkiaineistossa keskimääräinen vakuutusten korvausprosentti oli 65 ja keskimääräinen korvaussumma noin 43000 mk.

8. Työmaan sähkönsyöttökaapelin katkeaminen

Kesäloman aikaan havaittiin työmaan sähkönsyöttökaapelin kipinöivän. Työmaan sähkönsyöttö katkaistiin ja kaapeli korjattiin väliaikaisesti töiden alkaessa kesäloman jälkeen. Elokuun puolivälissä kaapelia uusittiin 55 m, koska katkaistun kaapelin jatkos ei mahtunut lopulliselle sähkönsyöttökaapelille tarkoitettuun suojaputkeen.

Rakennuskohde oli vakuutettu rakennustyövakuutuksella, jonka omavastuu oli 5000 mk. Vahingosta aiheutuneet kustannukset olivat 11425 mk. Vakuutus ei korvannut kaapelin tilapäistä korjausta, vaan ainoastaan kaapelin uusinnan, joten saatu korvaus omavastuulla vähennettynä oli 3748 mk (33 %). Työmaan katettavaksi jäi 7677 mk (taulukko 14).

9. Rakennusaikainen vesikattovuoto

Asuinkerrostalotyömaalla sattuneen rakennusaikaisen vesikattovuodon seurauksena vaurioitui usean huoneiston pintarakenteita.

ESINEVAHINGON AIHEUTTAMIEN KUSTANNUSTEN LASKENTAMALLI

Kohde: 8

kaapelivaurio

		!	mk	!	Vakuutus	!PERUSTE

ESINEEN KORJAUS						
KORJAUS						
Korjaus	työ	!	2080.00	!	796.00	!toteutuneet kustannukset
		!	420.00	!		!toteutuneet kustannukset
		!	660.00	!		!toteutuneet kustannukset
	materiaalit	!	7952.00	!	7952.00	!toteutuneet kustannukset
	alihankinta	!	113.40	!		!toteutuneet kustannukset

HANKKEELLE AIHEUTUNEET HALLINNOLLISET KUSTANNUKSET						
SELVITTELYT						
Syyn ja seurausten selvitys	työ: työnjohto	!	200.00	!		!taulukko 7

VAKUUTUKSEN OMAVASTUU		!		!	-5000.00	!vakuutussopimus
=====						
KUSTANNUKSET YHTEENSÄ MK / VAKUUTUSKORVAUKSET MK			11425.40		3748.00	
HANKKEEN TAVOITEARVIOTA HUONONTAVAT KUSTANNUKSET MK			7677.40			
VAKUUTUSKORVAUSTEN OSUUS %			32.80			

Taulukko 14: Kaapelivaurion aiheuttamat kustannukset.

Rakennuskohde oli vakuutettu rakennustyövakuutuksella, jonka omavastuu oli 5000 mk. Vahingosta aiheutuneet kokonaiskustannukset olivat 22404 mk, josta vakuutus kattoi 15204 mk (68 %). Työmaan katettavaksi jäi 7200 mk (taulukko 15).

10. Tiedonsiirtokiskojen vahingoittuminen

Varastossa noin 10 cm:n korkeudella lattiasta olleet tiedonsiirtokiskot vaurioituivat lattian lakkauksen yhteydessä puutteellisen suojauksen takia. Tiedonsiirtokiskoja yritettiin puhdistaa useaan otteeseen.

Pääurakoitsijalla oli yritystoiminnan vastuuvakuutus, jonka omavastuu oli 1000 mk.

ESINEVAHINGON AIHEUTTAMIEN KUSTANNUSTEN LASKENTAMALLI

Kohde: 9

vesikattovuoto

	!	mk	!	Vakuutus	!PERUSTE

ESINEEN KORJAUS TAI UUDEN HANKINTA					
KORJAUS					
Korjaus					
alihankinta	!	20204.60	!	20204.60	!toteutuneet kustannukset

KOKO HANKKEEN TUOTANNON HÄIRIINTYMINEN					
TUOTTAVUUDEN HÄIRIINTYMINEN					
Tuottavuushäiriöt	!	2000.00	!		!

HANKKEELLE AIHEUTUNEET HALLINNOLLISET KUSTANNUKSET					
SELVITTELYT					
Synn selvitys					
työ: työnjohto	!	100.00	!		!taulukko 7

Seurausten selvitys					
työ: työnjohto	!	100.00	!		!taulukko 7

VAKUUTUKSEN OMAVASTUU	!		!	-5000.00	!vakuutussopimus
=====					
KUSTANNUKSET YHTEENSÄ MK / VAKUUTUSKORVAUS MK		22404.60		15204.60	
HANKKEEN TAVOITEARVIOTA HUONONTAVAT KUSTANNUKSET MK		7200.00			
VAKUUTUSKORVAUS % VAHINGOISTA		67.86			

Taulukko 15: Vesikattovuodon aiheuttamat kustannukset.

Vakuutusyhtiöltä saadut korvaukset olivat 78896 mk 92284 mk:n vahingosta, eli vakuutus korvasi 85 % aiheutuneista kustannuksista (taulukko 16).

ESINEVAHINGON AIHEUTTAMIEN KUSTANNUSTEN LASKENTAMALLI

Kohde:10

tiedonsiirtokiskojen vaurioituminen (lakkaus)

		!	mk	!	Vakuutus	!PERUSTE

ESINEEN KORJAUS						
KORJAUS						
Korjaus	alihankinta	!	86536.00	!	79896.00	!toteutuneet kustannukset

HANKKEELLE AIHEUTUNEET HALLINNOLLISET KUSTANNUKSET						
SELVITTELYT						
Seurausten selvitys	työ: työnjohto	!	4500.00	!		!toteutuneet kustannukset
	muut	!	1248.00	!		!toteutuneet kustannukset

VAKUUTUKSEN OMAVASTUU		!		!	-1000.00	!vakuutus sopimus
=====						
KUSTANNUKSET YHTEENSÄ MK / VAKUUTUSKORVAUS MK			92284.00		78896.00	
HANKKEEN TAVOITEARVIOTA HUONONTAVAT KUSTANNUKSET MK			13388.00			
VAKUUTUSKORVAUSTEN OSUUS %			85.49			

Taulukko 16: Väärin suoritetusta lattian maalauksesta johtuneet kustannukset.

11. Jäähdytysputken painuma

Tehtaan maanalainen jäähdytysvesiputki oli ilmeisesti elementtiasennuksessa käytetyn autonosturin tukijalan alla painunut lyttyyn. Ennen käyttöönottoa putki piti kaivaa esille ja korjata.

Kohde oli vakuutettu rakennustyövakuutuksella, jonka omavastuu oli 1000 mk.

Vahingosta aiheutui kustannuksia 88208 mk, joista vakuutus kattoi 74858 mk (85 %) (taulukko 17).

ESINEVAHINGON AIHEUTTAMIEEN KUSTANNUSTEN LASKENTAMALLI

Kohde:11

Jäähdytysvesiputken korjaus

		I	mk	I	Vakuutus	IPERUSTE

ESINEEN KORJAUS						
KORJAUS						
Kuljetukset	alihankinta	I	2000.00	I		Itoteutuneet kustannukset

Korjaus	työ	I	38729.68	I	33629.68	Itoteutuneet kustannukset
	kalusto	I	1862.00	I	1862.00	Itoteutuneet kustannukset
	materiaalit	I	10955.50	I	10955.50	Itoteutuneet kustannukset
	alihankinta	I	19597.50	I	19597.50	Itoteutuneet kustannukset

VAHINGON SEURAUSTEN KORJAUS						
PELASTUSTOIMET, SIIVOAMISET						
JATKOVAHINGOJEN ESTO						
Vahingon leviämisen esto	kalusto	I	200.00	I	200.00	Itoteutuneet kustannukset

KOKO HANKKEEN TUOTANNON HÄIRIINTYMINEN						
TUOTTAVUUDEN HÄIRIINTYMINEN						
Työn sisäisen tahdistuksen		I		I		I
häiriintyminen		I	2920.00	I		Itaulukko 7, 10 miestä

HANKKEELLE AIHEUTUNEET HALLINNOLLISET KUSTANNUKSET						
SELVITTELYT						
Syyn selvitys	työ: työnjohto	I	1600.00	I		Itaulukko 7

Osapuolten kuulemiset	työ: työnjohto	I	730.00	I		Itaulukko 7
	muut	I	9613.57	I	9613.57	Itoteutuneet kustannukset

VAKUUTUKSEN OMAVASTUU		I		I	-1000.00	lvakuutussopimus
=====						
KUSTANNUKSET YHTEENSÄ MK / VAKUUTUSKORVAUKSET MK			88208.25		74858.25	
HANKKEEN TAVOITEARVIOTA HUONONTAVAT KUSTANNUKSET MK			13350.00			
VAKUUTUSTEN OSUUS %			84.86			

Taulukko 17: Jäähdytysvesiputken korjauksesta aiheutuneet kustannukset.

7. YHTEENVETO

Tutkimuksen tavoitteena on ollut rakennustyömaan esinevahinkojen aiheuttamien kokonaiskustannusten selvittäminen. Esinevahinkoja tarkasteltiin niiden työmalle aiheuttamien kustannusten näkökulmasta, ja tätä tarkoitusta varten vahingon seuraukset luokiteltiin viiteen pääluokkaan:

1. Vahingoittuneen esineen korjaus tai uuden esineen hankinta
2. Vahingon seurausten korjaus
3. Hankkeelle aiheutuneet hallinnolliset kustannukset
4. Esinevahingon yhteydessä tapahtuvat henkilövahingot
5. Koko hankkeen tuotannon häiriintyminen

Kukin pääluokka tarkennettiin tuotantorakenteilla, ja tuotanto-osat edelleen panosrakenteilla. Näin saatiin vahingon seuraukset kattava laskentamalli, jonka avulla vahingon aiheuttamat kokonaiskustannukset pystytään laskemaan.

Koko hankkeen tuotannon häiriintymistä tutkittiin professori Juhani Kiiraksen kehittämällä lotus-toimintaverkkosimulaattorilla. Simuloitavaksi valittiin kolmen hankkeen aikataulut. Tutkitut hankkeet olivat pieni rutiinituotantohanke, osakohteisiin jaettu rutiinituotantohanke ja suuri erityiskohde. Hankkeista tutkittiin erilaisia aikatauluja, ja ohjauksen merkitystä tuotannon häiriintymisestä johtuneisiin kustannuksiin.

Simuloinneilla havaittiin suunnitelmien olevan erilaisia kriisiherkkyyden suhteen, joten aikataulun laatu vaikuttaa ratkaisevasti hankkeen häiriöherkkyyteen ja siten tuotannon häiriintymiseen johtavan vahingon aiheuttamiin kustannuksiin. Tuotantosuunnitelmaltaan hyvin häiriöitä sietäväksi suunniteltu hanke kestää löyhästi ohjattunakin yhden kriisin, toisin kuin aikataulultaan häiriöaltis tiukasti ohjattu hanke. Muita häiriöherkkyyteen vaikuttavia tekijöitä ovat hankkeen koko, ohjattavuus ja tahdistus. Kustannusten kannalta ketjutetuissa rakennusvaiheissa tapah-

tuvat kriisit ovat kaikkein kriittisimmät. Merkittävimmit tuotannon häiriintymisestä johtuvat kustannustekijät ovat työmaan käyttö- ja yhteiskustannusten nousu keskeytys- tai urakka-ajan ylitysalta, ja urakka-ajan ylittyessä sopimussakot.

Esimerkkiaineistona käytettiin yhtätoista todellista vahinkoa, joiden aiheuttamat kokonaiskustannukset laskettiin kehitettyä luokitusta käyttäen. Esimerkkitapausten perusteella uuden esineen tai materiaalin hankintaan johtaneissa vahingoissa valtaosa vahingosta aiheutuneista kustannuksista koostui uuden esineen tai materiaalin hankinnasta. Muita merkittäviä kustannuksia aiheuttivat raivaus ja siivous, ja käyttö- ja yhteiskustannusten kasvu. Esineen tai materiaalin korjaamiseen johtaneissa vahingoissa kustannukset koostuivat valtaosin esineen korjaamisesta. Vakuutuskorvausten osuus uuden esineen hankintaan johtaneissa vahingoissa oli pienissä vahingoissa noin 30 %, keski-suurissaa vahingoissa 80-90 %, ja kriiseiksi luokiteltavissa suurissa vahingoissa 60-75 % vahingon aiheuttamista kokonaiskustannuksista. Esineen korjaamiseen johtaneissa vahingoissa vakuutusten korvausosuudet olivat vastaavasti 33-85 %. Riippumatta vahingon koosta jäi työmaan kannettavaksi huomattava kustannus.

Vahingon aiheuttamat kustannukset eivät ole urakkasummaan nähden suuria, mutta hankkeen katetavoitteeseen suhteutettuna on isoilla vahingoilla varsin suuri merkitys. Vahinkokustannuksia onkin tarkasteltava katteeseen suhteutettuna.

Vahinkokustannuksiin on mahdollista vaikuttaa. Tärkeimmät vaikutuskeinot ovat:

- asianmukainen riskienhallinta, jolla riskien toteutumiseen varaudutaan,
- hyvä työmaajärjestys, joka ennaltaehkäisee vahinkoja,
ja ennenkaikkea:
- tahdistetut aikataulut ja työnaikainen ohjaus,

joilla vahingon aiheuttamiin kustannuksiin voidaan oleellisesti vaikuttaa. Vahingosta aiheutuvia kustannuksia ennalta ehkäistäessä on aikataulujen laatuun ja ohjaukseen kiinnitettävä erityistä huomiota, koska näin kriisitilanteessa vahingosta aiheutuvia kokonaiskustannuksia voidaan ratkaisevasti pienentää.

Vahingon jo tapahduttua vahingon aiheuttamat kustannukset lasketaan kehitettyä vahinkoluokitusta käyttäen. Luokitus tuleekin ottaa käyttöön sekä yrityksissä että vakuutusyhtiössä esinevahinkoihin liittyvien kustannusten selvittämisessä. Vahinkokustannuksia laskettaessa tulee vahingosta aiheutuvasta kriisistä johtuvat kokonaiskustannukset arvioida tahdistetuista aikatauluista ja ohjaustoimenpiteistä huolimatta aiheutuneiden kustannusten mukaan, eikä niitä voida pitää välillisinä kustannuksina.

LÄHTEET JA KIRJALLISUUS

- Aittola, Juhani: Kustannuserojen aiheutumissyyt rutiinituotannossa, diplomityö TKK, Espoo 1987
- Artto, Karlos: Investointiprojektin liikeriskien arviointi ja hallinta, diplomityö TKK, Espoo 1983
- Berg, Kai-Erik: Yrityksen vahinkovakuutukset ja riskienhallinta, Vakuutusalan Kustannus Oy, Mänttä 1985
- Isohanni, Antti (toim): Rakennusalan vakuutukset, Suomen Rakennusliikkeiden Liitto, Jyväskylä 1977
- Jaukkuri, Kari, Kankainen, Jouko: Työsuojelun vaikutus rakennushankkeen tuottavuuteen, TKK, Espoo 1985
- Kiesvaara, Tuomo: Erityiskohteen sisävalmistustöiden ohjaus, diplomityö TKK, Espoo 1988
- Kiiras, Juhani: Lotus toimintaverkkosimulaattori
- Kiiras, Juhani: OPAS ja TURVA Erityiskohteen työnaikaista ohjausta palveleva aikataulu- ja resurssisuunnittelu, TKK, Espoo 1988
- Laurila, Pentti J: Riskit ja niiden vakuuttaminen, Vakuutusalan koulutuskeskus, Mänttä 1977
- Management of Risk for Construction, a preliminary report, Constuction Industry Institute, 1988
- Markkanen, Jussi: Merihaan työturvallisuustutkimus, Helsingin asuntokeskuskunta Haka, 1973
- Markkanen, Jussi: Rakennusalan yritysjohtajien työsuojeluseminaari 1984
- Palojärvi, Lauri: Rakennusviennin riskit ja niiden hallinta, lisen-siaattityö TKK, Espoo 1986
- Pellinen, Vilho: Rakennustoiminnan vakuutukset, Pohjola & RKK, Helsinki 1982
- Poikonen, Jyrki: Kokonaistyo-menekin vaikutus rakennusaikaan ja työmaan käyttö- ja yhteiskustannuksiin, diplomityö TKK, Espoo 1987
- Pohjola-yhtiöt: Rakennustyövakuutuksen vakuutusehdot 1988
Palovakuutusehdot
- Poikonen Jyrki, Kiiras Juhani: Talonrakennuksen ajoituskustannusmalli, Rakentajain Kustannus Oy, 1989
- Raftery, John: Riskianalyysi tarjouslaskennan apuna, Rakennustekniikka 6/85, s. 439-440
- Rakennusalan työehtosopimus urakkahinnoitteluiineen 1988-1989, Vammala 1988
- Rakennustyömaan turvallisuussuunnittelu, Pohjola-yhtiöiden julkaisuja 6, Helsinki 1986

Rakennusurakan yleiset sopimusehdot 1983

Rakentaminen 90, Talo 80-ryhmä 1988

Rasmus, Jukka: Force majeure -ehdot rakennusurakkasopimuksissa, diplomityö, Oulun yliopisto, 1987

Soini, Mika: Erityiskohteiden ajan ja resurssien suunnittelu sekä työnaikainen ohjaus, diplomityö, TKK 1988

Svenn, Juho: Tuoterakennetiedoston käyttökelpoisuus ja käyttötapa, seminaari TKK, Espoo 1989

Vehkaoja, Juhani: Hankkeen keston vaikutus häiriöherkkyyteen ja kustannuksiin, diplomityö, TKK 1988

Wegelius, Petri: Erityiskohteen runkotöiden työnaikainen ohjaus ja suunnittelu, diplomityö, TKK 1988

TYÖMAAN KÄYTTÖ- JA YHTEISKUSTANNUKSET

	määrä	yks	mk/yks	mk
965 KESKEYTYSKUSTANNUKSET				
Suojarakenteet				
- työ		h		
- materiaali		%		
- sosiaalikulut		erä		
Koneiden siirrot				
HÄIRIINTYNYT TAHDISTUS				
- työ		h		
- materiaali		%		
- sosiaalikulut				
Odotustuntien kustannukset				
- työkustannus		h		
- sosiaalikulut		%		
HÄIRIÖN VAIKUTUSAIKA				
816 RAKENNUSSUOJAUS				
Suojapeitteet				
- vuokra		kk		
831 BETONI- JA LAASTIASEMAT				
833 TORNINOSTURIT				
834 RAKENNUSHISSIT				
836 MUUT SIIRTOKONEET				
841 TYÖKONEET				
- vuokra		h, kk		
861 SÄHKÖ				
- kulutus		kWh		
862 VESI				
- kulutusmaksut,				
jätevesimaksut		m ³		
862 KAASU				
- kulutus		kg		
864 POLTTOAINEET				
- kulutus		kWh, l		
865 KAUKOLÄMPÖ				
- kulutus		kWh		
- perusmaksut		h		
87 TYÖMAAKULJETUKSET				
- lumenkuljetus		h, m ³		
- huoltokuljetukset		h, kpl		
		Siirretään		

911 TYÖNJOHTO
Vastaava mestari
Työmaamestarit
Työmaainsinööri
Hankintamies
Edellisten sosiaalikulut
Edellisten verottomat
korvaukset

912 TYÖMAATOIMISTO
Toimistohenkilökunta
Keittiöhenkilökunta
Edellisten sosiaalikulut
Puhelinkulut
Muut toimistokulut

913 VARASTONHOITO
Varastonhoitaja
Edellisen sosiaalikulut

915 VARTIOINTI
Vartiointipalvelu
Hälyttimet, vuokra

923 TYÖMAATILOJEN HOITO
Siivous
Edellisen sosiaalikulut
Materiaalikustannukset

941 LUMITYÖT
Lumityöt

942 RAKENNUKSEN LÄMPÖSUOJAUS
Suojamatot, vuokra
Suojapeitteet, vuokra

943 RAKENNUKSEN LÄMMITYS JA
KUIVAUS
Rakennuskuivaaja
Lämpöpuhallin
Muut rakennuslämmittimet
Laitteiden hoito ja huolto
Edellisen sosiaalikulut

961 TYÖMAAN VAKUUTUKSET

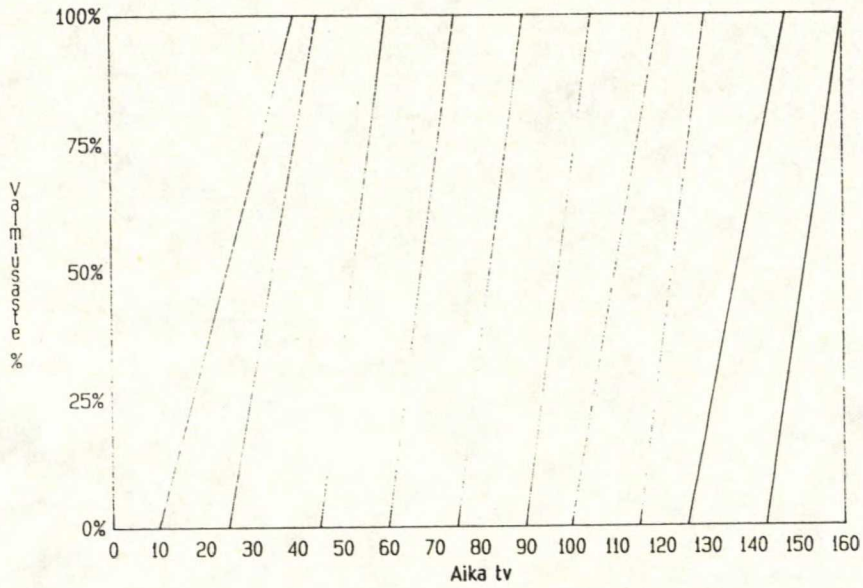
962 TAKUUKULUT
Työnaikainen vakuus

98 SOSIAALIKULUT
liitetty ao.
työkustannuksiin

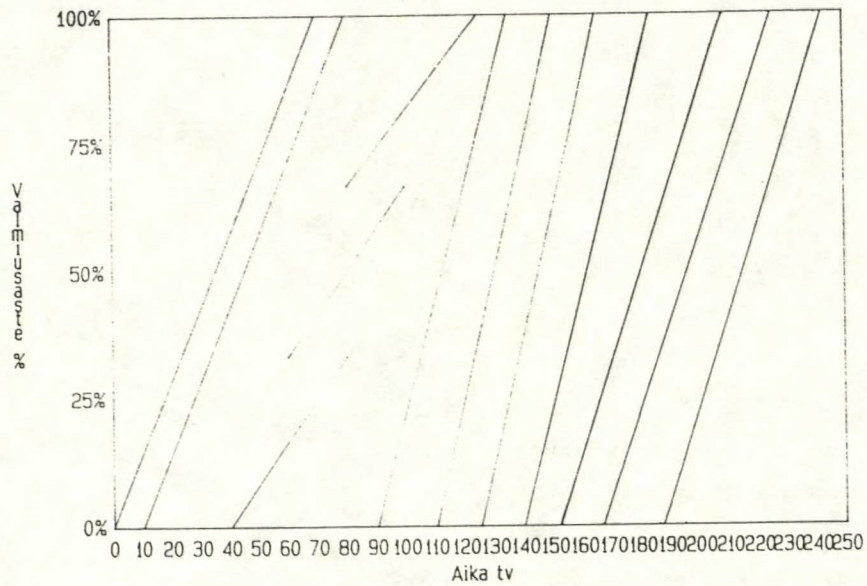
määrä	yks	mk/yks	mk
	kk		
	kk		
	kk		
	kk		
	kk		
	erä		
	h, kk		
	h, kk		
	%		
	kk		
	erä		
	h, kk		
	%		
	kk		
	kk		
	h, kk		
	%		
	erä		
	h, kk		
	kk		
	kk		
	kk		
	kk		
	h		
	%		
	kk		
	3 kk		
0			0.00

Siirretään edellinen

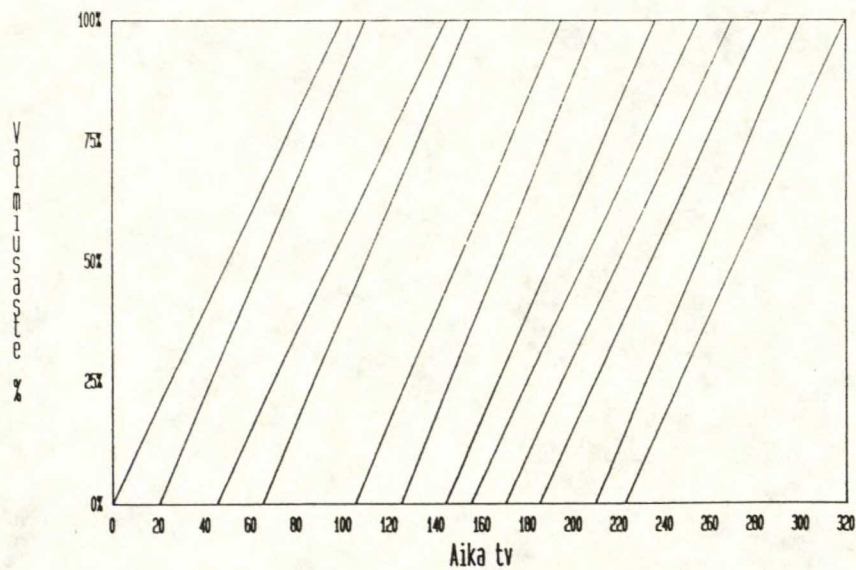
YHTEENSÄ



Osakohteisiin jaetun rutiinihankkeen
tuotantoaikakaavio (Hanke 2)



Erityiskohteen tuotantoaikakaavio
(Hanke 3)



ESINEVAHINGON AIHEUTTAMIEKUSTANNUSTEN LASKENTAMALLI

KUSTANNUKSET				yh	mk	mk	yh
	määrä	yksikkö	yks hinta				
ESINEEN KORJAUS TAI KORVAUS							
UUDEN HANKINTA							
Purku tai irrotus							
yhteensä							0.00
työ						0.00	
kalusto						0.00	
alihankinta						0.00	
Kuljetukset							
yhteensä							0.00
työ						0.00	
kalusto						0.00	
alihankinta						0.00	
Häviitys							
yhteensä							0.00
työ						0.00	
kalusto						0.00	
materiaalit						0.00	
alihankinta						0.00	
Uuden hankinta							
yhteensä							0.00
uushankintahinta						0.00	
jäännösarvo vähennetään						0.00	
Korvaavan esineen vuokraus							
yhteensä							0.00
vuokra						0.00	
Uuden esineen asennus							
yhteensä							0.00
työ						0.00	
kalusto						0.00	
alihankinta						0.00	

Ympäristön suojaus	yhteensä	!	!	!	!	!	0.00 !
	työ	!	!	!	!	!	0.00 !
	kalusto	!	!	!	!	!	0.00 !
	materiaalit	!	!	!	!	!	0.00 !
	alihankinta	!	!	!	!	!	0.00 !

Kuljetukset	yhteensä	!	!	!	!	!	0.00 !
	työ	!	!	!	!	!	0.00 !
	kalusto	!	!	!	!	!	0.00 !
	materiaalit	!	!	!	!	!	0.00 !
	alihankinnat	!	!	!	!	!	0.00 !

Varastointi	yhteensä	!	!	!	!	!	0.00 !
	työ	!	!	!	!	!	0.00 !
	kalusto	!	!	!	!	!	0.00 !
	materiaalit	!	!	!	!	!	0.00 !
	alihankinnat	!	!	!	!	!	0.00 !

YMPÄRISTÖN RAIVAUS JA SIIVOUS							
Purku tai irrotus	yhteensä	!	!	!	!	!	0.00 !
	työ	!	!	!	!	!	0.00 !
	kalusto	!	!	!	!	!	0.00 !
	materiaalit	!	!	!	!	!	0.00 !
	alihankinnat	!	!	!	!	!	0.00 !

Poiskuljetus	yhteensä	!	!	!	!	!	0.00 !
	työ	!	!	!	!	!	0.00 !
	kalusto	!	!	!	!	!	0.00 !
	materiaalit	!	!	!	!	!	0.00 !
	alihankinnat	!	!	!	!	!	0.00 !

Varastointi	yhteensä	!	!	!	!	!	0.00 !
	työ	!	!	!	!	!	0.00 !
	kalusto	!	!	!	!	!	0.00 !
	materiaalit	!	!	!	!	!	0.00 !
	alihankinnat	!	!	!	!	!	0.00 !

HANKKEELLE AIHEUTUNEET HALLINNOLLISET KUSTANNUKSET

Selvittelyt

Syn selvitys

yhteensä	!	!	!	!	0.00	!
työ: työntekijät	!	!	!	!	0.00	!
työ: työnjohto	!	!	!	!	0.00	!
työ: esikunnat	!	!	!	!	0.00	!

Seurausten selvitys

yhteensä	!	!	!	!	0.00	!
työ: työntekijät	!	!	!	!	0.00	!
työ: työnjohto	!	!	!	!	0.00	!
työ: esikunnat	!	!	!	!	0.00	!

Osapuolten kuulemiset

yhteensä	!	!	!	!	0.00	!
työ: työntekijät	!	!	!	!	0.00	!
työ: työnjohto	!	!	!	!	0.00	!
työ: esikunnat	!	!	!	!	0.00	!

Dokumenttien teko ja hankinta

yhteensä	!	!	!	!	0.00	!
työ: työnjohto	!	!	!	!	0.00	!
työ: esikunnat	!	!	!	!	0.00	!

Töiden uudelleensuunnittelu

työ: työnjohto	!	!	!	!	0.00	!
----------------	---	---	---	---	------	---

Suunnittelu

suunnittelu	!	!	!	!	0.00	!
-------------	---	---	---	---	------	---

Korvaukset

Korvaukset

yhteensä	!	!	!	!	0.00	!
Työntekijöille	!	!	!	!	0.00	!
Konevuokraajille	!	!	!	!	0.00	!
Koimalle osapuolel	!	!	!	!	0.00	!

Oikeustoimet

!	!	!	!	!	0.00	!
---	---	---	---	---	------	---

URAKKA-AJAN YLITYS

Käyttö- ja yhteiskustannusten kasvu	!	!	!	!	!	0.00 !	0.00 !	!

Urakka-ajan ylityssakko	!	!	!	!	!	0.00 !	0.00 !	!

VAKUUTUKSEN OMAVASTUU	!	!	!	!	0.00 !	!	0.00 !	0.00 !

ESINEVAHINGON AIHEUTTAMAT HENKILÖVAHINGOT	!	!	!	!	!	0.00 !	0.00 !	!
=====								

KORVAUKSET YHTEENSÄ / VAKUUTUSKORVAUS MK

0.00 0.00

HANKKEEN TAVOITEARVIOITA HUONONTAVAT KUSTANNUKSET MK

0.00

VAKUUTUSKORVAUS % VAHINGOISTA

0.00